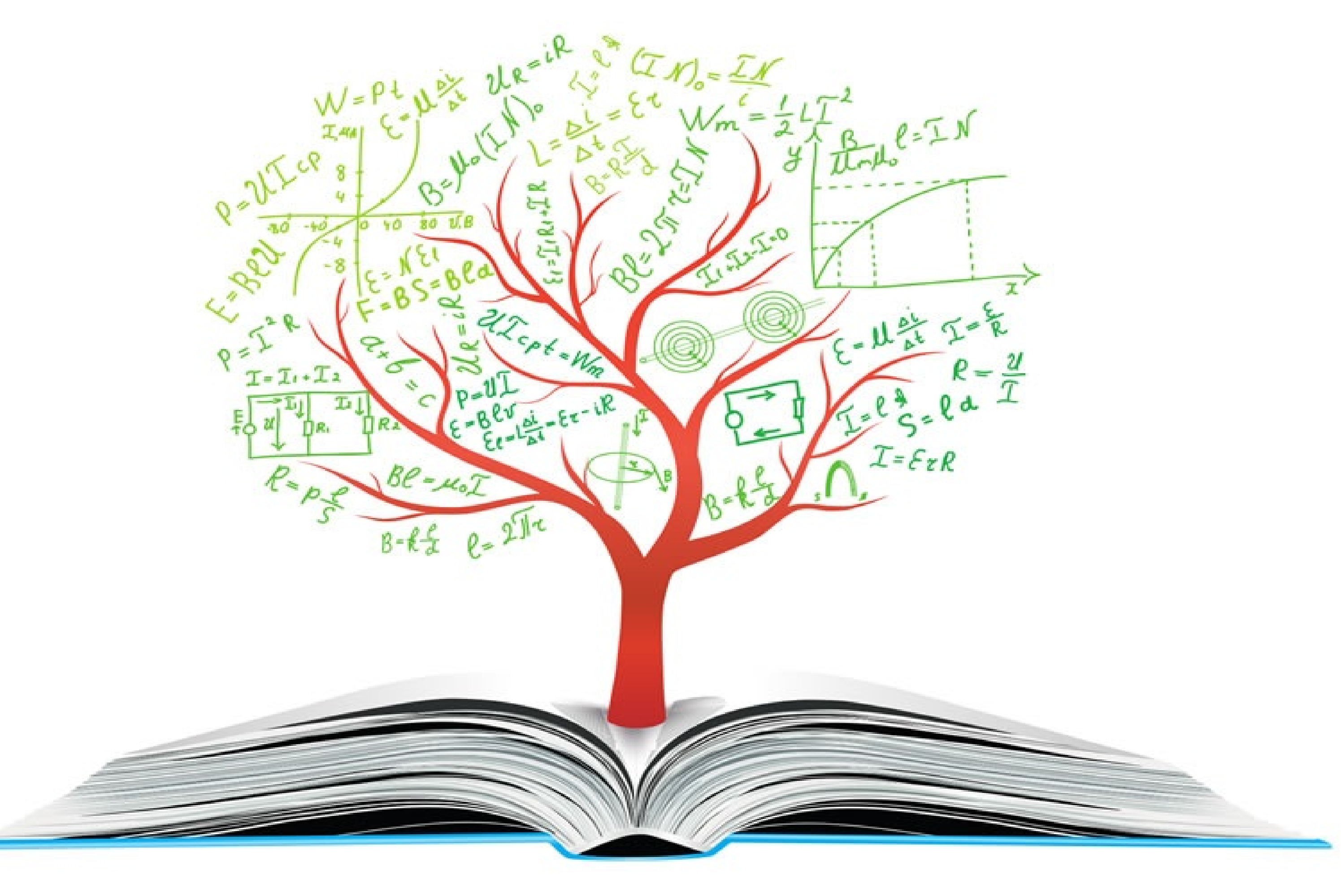
Barbara OAKLEY

ABRE TU MENTE A LOS NÚMEROS

CÓMO SOBRESALIR EN CIENCIAS AUNQUE SEAS DE LETRAS



RBA

Título original: *A Mind for Numbers*

Diagonal, 189 - 08018 Barcelona.
www.rbalibros.com

REF.: ODBO002
ISBN: 9788490567180

Composición digital: Newcomlab, S.L.L.

Índice

Prefacio, por Jeffrey D. Karpicke

Prólogo, por Terrence J. Sejnowski

Nota al lector

1. ABRE LA PUERTA

2. ESCOGE EL CAMINO FÁCIL. POR QUÉ ESFORZARSE DEMASIADO PUEDE PASAR A SER PARTE DEL PROBLEMA

3. APRENDER ES CREAR. LECCIONES DESDE LA COCINA DE THOMAS EDISON

4. CREA BLOQUES Y EVITA LA COMPETENCIA ILUSORIA. CLAVES PARA CONVERTIRTE EN UN «SUSURRADOR DE ECUACIONES»

5. EVITA EL APLAZAMIENTO. APROVECHA TUS HÁBITOS (ZOMBIS) COMO COLABORADORES

6. ZOMBIS POR TODAS PARTES. PROFUNDIZA EN LA COMPRENSIÓN DEL HÁBITO DE APLAZAMIENTO

7. BLOQUES CONTRA EL BLOQUEO. CÓMO AUMENTAR TUS CONOCIMIENTOS Y REDUCIR LA ANSIEDAD

8. HERRAMIENTAS, CONSEJOS Y TRUCOS

9. APLAZAMIENTO ZOMBI: RECAPITULACIÓN

10. POTENCIA TU MEMORIA

11. MÁS CONSEJOS PARA LA MEMORIA

12. APRENDE A VALORAR TU TALENTO

13. ESCULPE TU CEREBRO

14. DESARROLLA TU VISIÓN INTERIOR A TRAVÉS DE POEMAS DE ECUACIONES

15. APRENDIZAJE RENACENTISTA

16. EVITA EL EXCESO DE CONFIANZA. EL PODER DEL TRABAJO EN EQUIPO

17. EXAMINARSE
18. LIBERA TU POTENCIAL
Epílogo, por David B. Daniel
Agradecimientos
Créditos de las imágenes
Bibliografía
Notas

Abre tu mente a los números está dedicado al doctor Richard Felder, cuyo talento y pasión han propiciado extraordinarias mejoras en todo el mundo en la enseñanza de la ciencia, las matemáticas, la ingeniería y la tecnología. Mis propios éxitos, como los de decenas de miles de otros enseñantes, surgieron de sus fértiles enfoques educativos. *Il miglior maestro*.

La ley de la serendipia: la señora Fortuna favorece a quien lo intenta.

PREFACIO

Este libro puede marcar una profunda diferencia en tu manera de ver y entender el aprendizaje. Accederás a las técnicas más simples, efectivas y eficientes conocidas por los investigadores respecto a cómo aprender. Y te divertirás al mismo tiempo.

Lo sorprendente es que muchos estudiantes usan estrategias poco efectivas e ineficaces. En mi laboratorio, por ejemplo, hemos encuestado a universitarios acerca de su aprendizaje. La estrategia más común es la lectura repetida, que consiste simplemente en leer libros y apuntes una y otra vez. Nosotros y otros investigadores hemos descubierto que esta estrategia pasiva y superficial a menudo produce un aprendizaje mínimo o ninguno en absoluto. Lo llamamos «trabajo en vano»: los estudiantes se esfuerzan, pero no llegan a ninguna parte.

No nos ponemos a releer pasivamente porque seamos tontos o perezosos. Lo hacemos porque somos víctimas de una ilusión cognitiva. Cuando repasamos un material de estudio una y otra vez, el material se vuelve familiar y fluido, en el sentido de que nuestras mentes lo procesan fácilmente. Así, pensamos que esta facilidad de proceso es una señal de que hemos aprendido algo bien, aunque en realidad no sea así.

Este libro te presentará esta y otras ilusiones del aprendizaje y te dará instrumentos para superarlas. Y presentará nuevas y estupendas herramientas, como la práctica de la rememoración, que pueden tener un poderoso efecto cuando se trate de sacar el jugo al tiempo dedicado al aprendizaje. Es un texto profundamente práctico pero inspirador que te ayuda a ver claramente por qué algunos enfoques son mucho más efectivos que otros.

Estamos muy cerca de una explosión de saber acerca del aprendizaje efectivo.

En este nuevo mundo de conocimiento encontrarás en *Abre tu mente a los números* una guía indispensable.

JEFFREY D. KARPICKE,
profesor asociado de la cátedra James V. Bradley
de Psicología, Universidad de Purdue

PRÓLOGO

Tu cerebro tiene capacidades sorprendentes, pero no vino con un libro de instrucciones. En *Abre tu mente a los números* encontrarás ese manual. Seas un principiante o un experto, hallarás nuevas y estupendas maneras de mejorar tus habilidades y técnicas para el aprendizaje, especialmente en relación con las matemáticas y las ciencias.

Henri Poincaré, matemático del siglo XIX, una vez explicó cómo resolvió un problema difícil en el que había estado trabajando intensamente durante semanas sin ningún éxito. Se tomó unas vacaciones. En el momento de subir a un autobús en el sur de Francia, la respuesta al problema le vino de repente, sin invitación, desde una parte de su cerebro que había continuado trabajando en el problema mientras él disfrutaba de su descanso. Sabía que tenía la solución correcta aunque no puso los detalles por escrito hasta que volvió a París.

Lo que le funcionó a Poincaré también te puede funcionar a ti, como explica Barbara Oakley en este libro lleno de revelaciones. Sorprendentemente, tu cerebro puede asimismo trabajar en un problema incluso mientras estás durmiendo y no eres consciente de nada. Pero solo lo hace si te concentras en intentar resolver el problema antes de dormirte. Por la mañana, en muchas ocasiones, te vendrá a la mente una idea fresca que podrá ayudarte a solucionar el enigma. El esfuerzo intenso antes de las vacaciones o de dormirse es importante para precalentar tu cerebro; si no, trabajará en algún otro problema. A este respecto, las matemáticas y las ciencias no tienen nada especial: tu cerebro se esforzará igual en resolver asuntos sociales que problemas matemáticos y científicos, si son estos los que has tenido en la cabeza últimamente.

Hallarás muchos más consejos y técnicas sobre cómo aprender de una manera efectiva en este libro fascinante y muy oportuno, que enfoca el aprendizaje como

una aventura y no como un trabajo pesado. Verás que es posible que te engañes a ti mismo acerca de si realmente te sabes la asignatura; encontrarás maneras de mantener tu concentración y espaciar tu práctica; y aprenderás a condensar las ideas clave para que puedan caber en tu mente con más facilidad. Domina los métodos simples y prácticos explicados aquí y serás capaz de aprender con mayor efectividad y menos frustración. Esta magnífica guía enriquecerá tu aprendizaje y también tu vida.

TERRENCE J. SEJNOWSKI,
profesor de la cátedra Francis Crick,
Instituto Salk de Estudios Biológicos

NOTA AL LECTOR

Las personas que trabajan profesionalmente con las matemáticas y las ciencias suelen pasar años descubriendo técnicas de aprendizaje efectivas. Una vez han desentrañado esos métodos, ¡genial! Sin darse cuenta han superado los ritos de iniciación necesarios para unirse a la misteriosa sociedad de especialistas matemáticos y científicos.

He escrito este libro para presentar estas simples técnicas de modo que puedas empezar a usarlas inmediatamente. Lo que a los especialistas les lleva años descubrir está ahora al alcance de tu mano.

Con estos métodos, sin importar tus niveles de habilidad en matemáticas y ciencias, puedes cambiar tu pensamiento y también tu vida. Si ya eres un experto, esta mirada a las intimidades de la mente te dará ideas para potenciar las buenas prácticas de aprendizaje, incluyendo pistas poco intuitivas para afrontar exámenes y consejos que te ayudarán a sacar el mayor provecho del tiempo que dediques a los deberes y las listas de problemas. Si estás luchando con algunas dificultades, te encontrarás con un cofre del tesoro estructurado en forma de técnicas prácticas que te orientan a través de lo que necesitas hacer para coger el ritmo. Si alguna vez has deseado ser mejor en algo, este libro te servirá de guía.

Este libro es para estudiantes de bachillerato que aman las clases de arte y de lenguas pero detestan las matemáticas. También está pensado para estudiantes universitarios que ya destacan en matemáticas, ciencias, ingeniería y ciencias empresariales, pero sospechan que les faltan herramientas mentales para añadir a sus recursos de aprendizaje. Es para padres cuyos hijos están apartándose del camino de las matemáticas, o bien intentando despegar hacia el estrellato en esa y otras materias científicas. Es para trabajadores exhaustos con horario de nueve de la mañana a ocho de la tarde que no han podido aprobar un examen de

certificación importante, y para quienes tras el mostrador de una tienda, en el turno de noche, han soñado en estudiar enfermería, o incluso medicina. Es para el creciente ejército de la escolarización doméstica. Es para maestros y profesores, no solo de matemáticas, ciencias, ingeniería y tecnología, sino también de ámbitos como la educación, la psicología y las ciencias empresariales. Es para las personas jubiladas que por fin tienen tiempo para dedicarse a la informática, por ejemplo, o a los intríngulis de la alta cocina. Y es para lectores de todas las edades a quienes les encanta aprender un poco de todo.

En pocas palabras, este libro es para ti. ¡Disfrútalo!

DRA. BARBARA OAKLEY,
miembro del American Institute for Medical and Biological Engineering y vicepresidenta del Institute for Electrical and Electronics Engineers, Engineering in Medicine and Biology Society

1

ABRE LA PUERTA

¿Qué posibilidades tienes de abrir la nevera y encontrarte a un zombi tejiendo calcetines? Más o menos las mismas de que una persona emotiva e inclinada hacia las lenguas, como yo, acabara dando clases de ingeniería.

De joven, odiaba las matemáticas y las ciencias. En el instituto no se me daban nada bien; de hecho, empecé a estudiar trigonometría, desde la base, cuando tenía veintiséis años.

De pequeña, incluso la simple idea de leer la esfera de un reloj no me parecía que tuviera mucho sentido. ¿Por qué tiene que ser la aguja pequeña la que marque la hora? ¿No tendría que ser la grande, pues la hora es más importante que el minuto? ¿Eran las diez y diez? ¿O la una y cincuenta? Estaba perpetuamente confusa. Con la televisión tenía un problema peor aún. En aquellos días, anteriores al mando a distancia, ni siquiera sabía qué botón ponía el televisor en marcha. Solo lo miraba en compañía de mi hermano o hermana. Ellos sí sabían hacerlo, e incluso sintonizar el canal del programa que queríamos ver. Estupendo.

La única conclusión que podía sacar —viendo mi ineptitud técnica y mis malas notas de matemáticas y ciencias— era que yo no era muy lista. Por lo menos, para esas cosas. Entonces no me daba cuenta, pero mi autorretrato como persona técnica, científica y matemáticamente incapaz estaba dando forma a mi vida. En la raíz de todo ello estaba mi problema con las matemáticas. Había llegado a pensar en los números y las ecuaciones como algo parecido a las enfermedades mortales: debían evitarse a cualquier precio. Entonces no era consciente de que había trucos mentales sencillos que podrían haberme facilitado

las matemáticas, ardides que son muy útiles no solo para las personas a quienes se les dan mal, sino también para quienes ya las dominan. No entendía que mi manera de pensar es típica de las personas que creen que no pueden dedicarse a las ciencias ni a las matemáticas. Ahora me doy cuenta de que el origen de mi problema estaba relacionado con dos maneras muy claramente distintas de ver el mundo. Por aquel entonces, solo sabía aprovechar cierto tipo de aprendizaje, y el resultado es que estaba sorda para la música de las matemáticas.

Las matemáticas, tal como se enseñan habitualmente en el sistema escolar estadounidense, pueden ser una asignatura de muy señor mío. Ascienden lógica y majestuosamente desde la suma hasta la resta, la multiplicación y la división. Entonces aceleran hacia los cielos de la belleza abstracta. Pero también pueden ser una madrastra perversa. Son totalmente despiadadas si por algún motivo nos perdemos cualquier eslabón de la cadena de aprendizaje, lo que puede ocurrir fácilmente. Todo lo que se necesita es una vida familiar desestructurada, un profesor agotado o una desafortunada enfermedad de larga duración: incluso una o dos semanas en un período decisivo pueden dejarnos fuera de juego.

O, como en mi caso, simplemente ningún interés o ningún tipo de talento destacable.



Yo a los diez años con Earl el cordero. Me gustaban los bichos, leer y soñar. Las matemáticas y las ciencias no estaban en mi lista de favoritos.

Cuando cursaba séptimo curso, la desgracia azotó a mi familia. Mi padre perdió su trabajo tras una seria lesión en la espalda. Acabamos en un penoso complejo escolar, donde un profesor de matemáticas cascarrabias nos tenía sentados durante calurosas horas haciendo aburridas sumas y multiplicaciones. El hecho de que el señor Cascarrabias se negara a dar cualquier tipo de explicación tampoco ayudaba mucho. Parecía que le gustara vernos cometer errores.

En aquel momento, además de no verles ninguna utilidad a las matemáticas, las detestaba activamente. Y cuando llegaba a las ciencias... Bueno, no llegaba. En mi primer experimento de química, el profesor decidió que a mi compañero y a mí nos daría una sustancia diferente que al resto de la clase. Cuando falseamos los datos intentando obtener los mismos resultados que los demás, nos ridiculizó.

Cuando mis bienintencionados padres vieron mis malas notas e insistieron en que pidiera ayuda durante las horas de consulta del profesor, tuve la sensación de que no sería lo más acertado. De todos modos, las matemáticas y las ciencias no valían la pena. Los dioses del currículo estaban decididos a hacerme tragar esas asignaturas. Mi manera de ganar era negarme a entender cualquier cosa que me enseñaran y fallar con beligerancia en cada examen. Era imposible contrarrestar mi estrategia.

Pero sí tenía otros intereses. Me gustaban la historia, las ciencias sociales, la cultura y especialmente la lengua. Afortunadamente, esas asignaturas mantenían mis notas a flote.

Al dejar el instituto, me alisté en el ejército porque iban a pagarme, sí, a pagarme, para aprender otra lengua. Se me dio tan bien el ruso (un idioma que escogí por antojo) que conseguí una beca del programa de formación de oficiales ROTC (Reserve Office Training Corps [Cuerpo de Oficiales de Reserva en Formación]). Fui a la Universidad de Washington, obtuve un diploma en lengua y literatura eslavas y conseguí las máximas calificaciones. El ruso fluía como un dulce néctar: mi acento era tan bueno que a veces me confundían con una nativa. Dedicaba mucho tiempo a adquirir experiencia: cuanto más mejoraba, más disfrutaba de lo que estaba haciendo. Y cuanto mejor me lo pasaba, más tiempo le dedicaba. Mi éxito reforzaba mi deseo de practicar, y eso contribuía a un mayor éxito.

Pero por las circunstancias más improbables que pudiera haber imaginado, acabé encontrándome en un destino militar como segunda lugarteniente en el Cuerpo de Señales del Ejército de Estados Unidos. De repente se suponía que debía convertirme en una experta en comunicaciones por radio y por cable, y en sistemas de conmutación telefónica. ¡Vaya cambio! Pasé de estar en la cima del mundo —una experta lingüista—, con mi destino en mis manos, a lanzarme a un nuevo mundo tecnológico donde estaba tan desvalida como un cordero.

¡Glups!

Me obligaron a apuntarme a clases de electrónica con mucho contenido

matemático (quedé la última de la clase), y después tuve que ir a la República Federal de Alemania, donde me convertí en una mediocre jefe de pelotón de comunicaciones. Veía que los oficiales y cadetes que eran técnicamente competentes estaban muy solicitados. Tenían una habilidad de primer orden para resolver problemas, y su trabajo contribuía a que todos pudieran cumplir su misión.

Reflexioné sobre el progreso de mi carrera y me di cuenta de que había seguido mis pasiones intrínsecas sin estar abierta también a desarrollar otras nuevas. Como consecuencia, y sin darme cuenta, me había encasillado a mí misma. Si me quedaba en el ejército, mis pobres conocimientos técnicos siempre me harían parecer una ciudadana de segunda clase.

Por otro lado, si abandonaba el uniforme, ¿qué podría hacer con un título en lengua y literatura eslavas? No hay muchos puestos de trabajo para lingüistas que saben ruso. Esencialmente, estaría compitiendo para puestos de secretariado con millones de personas que también tenían títulos de humanidades. Algún purista podría aducir que había destacado en mis estudios y en mi carrera militar, por lo que podría encontrar un trabajo mucho mejor. Pero ese purista estaría ignorando lo duro que a veces puede ser el mercado de trabajo.

Afortunadamente, había otra opción inusual. Una de las grandes ventajas de mi paso por el ejército era que tenía derecho a apoyos para financiar los costes de futuros estudios. ¿Y si usara dicho apoyo para hacer lo impensable e intentar reaprender por mí misma? ¿Podría reconfigurar mi cerebro para dejar de odiar las *mates* y empezar a amarlas? ¿Podría pasar de tecnófoba a tecnófila?

Nunca había oído hablar de nadie que hubiera hecho algo parecido anteriormente, ni por supuesto con unas aversiones tan profundas como las mías. No podía haber nada más ajeno a mi personalidad que dominar las matemáticas y las ciencias. Pero mis colegas en el ejército me habían demostrado las ventajas concretas de tener ese dominio.

Se convirtió en un reto: un desafío irresistible.

Decidí reeducar mi cerebro.

No fue fácil. Los primeros semestres estuvieron llenos de terribles frustraciones. Me sentía como si llevara los ojos vendados. Los jóvenes estudiantes que me rodeaban parecían tener un gancho natural para las soluciones, mientras que yo me daba contra las paredes.

Pero empecé a ponerme al día. Parte de mi problema original, según descubrí, era que mis esfuerzos empujaban en la dirección equivocada, como intentar levantar un tronco cuando estás encima de él. Empecé a aprender pequeños trucos acerca no solo de cómo estudiar, sino también cuándo dejarlo. Me di cuenta de que interiorizar ciertos conceptos y técnicas podía ser una poderosa herramienta. También aprendí a no hacer demasiadas cosas a la vez, tomándome tiempo de sobras para practicar incluso si ello significaba que mis compañeros de clase terminaran los estudios antes que yo, pues no estaba asistiendo a tantos cursos por semestre como ellos.

A medida que, gradualmente, *aprendía a aprender* matemáticas y ciencias, las cosas se volvieron más fáciles. Sorprendentemente, igual que con el estudio de la lengua, cuanto más mejoraba, más disfrutaba de lo que estaba haciendo. De antigua Reina de los Confundidos por las *mates*, pasé a obtener un diploma en Ingeniería Eléctrica y luego un máster en Ingeniería Eléctrica e Informática. Finalmente, conseguí un doctorado en Ingeniería de Sistemas, con un amplio trasfondo que incluía termodinámica, electromagnetismo, acústica y química física. Cuanto más alto llegaba, mejor se me daba. En mis estudios de doctorado sacaba notas excelentes en un suspiro. (Bueno, quizá no tan rápidamente. Las buenas calificaciones todavía costaban trabajo, pero lo que tenía que hacer estaba claro.)

Ahora, como profesora de ingeniería, he adquirido un interés en el funcionamiento interno del cerebro. Mi curiosidad creció de manera natural a partir del hecho de que la ingeniería es fundamental para obtener las imágenes médicas que nos permiten indagar en el funcionamiento del cerebro. Ahora veo más claro cómo y por qué fui capaz de cambiar el mío. También comprendo cómo puedo ayudarte a ti a aprender de una manera más efectiva sin la

frustración ni los forcejeos que experimenté yo.[1] Y como investigadora cuyo trabajo combina la ingeniería, las ciencias sociales y las humanidades, también soy consciente de la creatividad esencial subyacente no solo al arte y a la literatura, sino también a las matemáticas y a las ciencias.

Si crees que no tienes (todavía) un talento natural para ellas, puedes sorprenderte al saber que **el cerebro está diseñado para hacer extraordinarios cálculos mentales**. Los hacemos cada vez que cogemos una pelota al vuelo, movemos nuestro cuerpo al ritmo de una canción o maniobramos con el coche para sortear un bache. Hacemos cálculos complejos a menudo, resolviendo ecuaciones difíciles inconscientemente, sin darnos cuenta de que a veces ya sabemos la solución mientras nos abrimos paso lentamente hacia ella.[2] De hecho, todos tenemos un sentido natural para las matemáticas y las ciencias. Básicamente, solo necesitamos dominar la terminología y la cultura propias de dichas disciplinas.

Durante la escritura de este libro, me he puesto en contacto con centenares de los mejores profesores del mundo de matemáticas, física, química, biología e ingeniería, así como pedagogía, psicología, neurociencia y disciplinas profesionales como la dirección de empresas y las ciencias de la salud. Fue sorprendente oír cuán a menudo esos expertos a nivel mundial habían usado precisamente los enfoques descritos aquí cuando ellos mismos estaban aprendiendo sus disciplinas. Dichas técnicas también eran las que recomendaban a sus alumnos, pero como esos métodos a veces parecen contrarios a la intuición, e incluso irracionales, a menudo los enseñantes han tenido dificultades para transmitir lo simples que son en realidad. De hecho, como algunos de esos métodos de aprendizaje y enseñanza son menospreciados por el común de los docentes, los profesores superestrella a veces me explicaban sus secretos con embarazo, sin saber que otros grandes enseñantes compartían enfoques parecidos. Al tener varias de estas provechosas revelaciones reunidas en un mismo lugar, tú también puedes aprender y aplicar fácilmente técnicas inspiradas en parte por los «mejores entre los mejores» profesores. Dichos procedimientos

son especialmente valiosos para ayudarte a adquirir conocimientos de una forma más profunda y efectiva en períodos de tiempo limitados. También podrás recibir inspiración de otros aprendices y estudiantes, personas con condicionantes y planteamientos parecidos a los tuyos.

Recuerda, este libro es tanto para los expertos en matemáticas como para quienes las detestan. Fue escrito para facilitarte el aprendizaje de las *mates* y las ciencias, sin tener en cuenta las notas que tuviste en esas materias, ni lo bien o mal que se te daban. Su finalidad es desvelar tus procesos de pensamiento para que puedas entender cómo aprende tu mente, y también cómo a veces el cerebro te engaña para hacerte creer que estás aprendiendo, cuando en realidad no es así. El libro también incluye gran cantidad de ejercicios para desarrollar habilidades que puedes aplicar directamente a tus estudios actuales. Si ya eres bueno con los números, los consejos de este libro pueden ayudarte a ser mejor. Aumentarán tu disfrute, tu creatividad y tu elegancia al resolver ecuaciones.

Si estás simplemente convencido de que no tienes talento para las ciencias, este libro puede hacerte cambiar de opinión. Puede parecerte difícil de creer, pero hay esperanza. Cuando sigas consejos concretos basados en cómo aprendemos realmente, quedarás sorprendido al ver los cambios en tu interior, cambios que pueden despertar nuevas pasiones.

Lo que descubrirás te ayudará a ser más efectivo y creativo, no solo en *mates* y ciencias, sino en casi cualquier cosa que hagas.

¡Empecemos!

2

ESCOGE EL CAMINO FÁCIL

Por qué esforzarse demasiado puede pasar a ser parte del problema

Si quieres entender algunos de los secretos más importantes para aprender matemáticas y ciencias, mira la imagen de la página siguiente.

El hombre de la derecha es el legendario gran maestro de ajedrez Gari Kaspárov. El chico de la izquierda es Magnus Carlsen a los trece años de edad. Carlsen acaba de alejarse del tablero en lo más intenso de una partida rápida, cuando hay poco tiempo para pensar los movimientos o la estrategia. Es como si alguien estuviera haciendo funambulismo sobre las cataratas del Niágara y de pronto decidiera dar una voltereta hacia atrás.

Sí: Carlsen estaba ganando psicológicamente. Kaspárov, confuso, en lugar de masacrar al espabilado joven, jugó para tablas. Pero el brillante Carlsen, que se convertiría en el número uno más joven de la historia del ajedrez, estaba haciendo mucho más que jugar mentalmente con un adversario de mayor edad. Comprender su enfoque nos puede ayudar a entender mejor cómo la mente aprende las matemáticas y las ciencias. Antes de entrar en cómo Carlsen confundió a Kaspárov, debemos ver un par de ideas importantes sobre cómo piensan las personas. (Pero prometo que volveremos a Carlsen.)



Magnus Carlsen a los trece años (izquierda) y el legendario genio Gari Kaspárov jugando una partida rápida en el Reykjavik Rapid de 2004. No falta mucho para que la perplejidad del ajedrecista azerbaiyano empiece a resultar visible.

En este capítulo vamos a tocar algunos de los temas principales del libro, o sea que no te sorprendas si tienes que cambiar de un asunto a otro. Dicha capacidad —aplicada al pensamiento— de vislumbrar lo que vas a aprender para después volver a ello con una mayor comprensión ¡es una de las ideas principales del libro!

PENSAMIENTO CONCENTRADO O DIFUSO

Desde el mismo comienzo del siglo XXI, los neurocientíficos han estado haciendo profundos avances en la comprensión de los dos tipos distintos de redes entre los que va alternando el cerebro: redes para estados de alta atención y redes para estados de reposo, más relajados.[1]

¡AHORA TÚ!

Precalentamiento

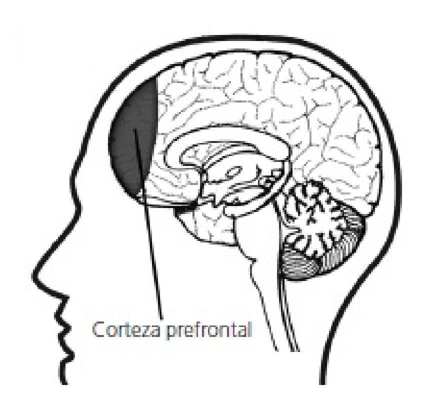
Cuando echas un primer vistazo a un capítulo o una sección de un libro que enseña conceptos de matemáticas y ciencias, resulta útil hacer un «recorrido visual» a través del capítulo, ojeando no solo los gráficos, los diagramas y las fotos, sino también las cabeceras de las secciones, el resumen e incluso las preguntas al final del capítulo, si las hay. Esto parece contrario a la intuición, pues en realidad todavía no has leído el capítulo, pero resulta útil como precalentamiento. O sea, adelántate ahora mismo y echa una ojeada a este capítulo y a las preguntas que encontrarás al final.

Te sorprenderás al comprobar que uno o dos minutos ojeando por anticipado lo que vas a leer te ayuda a organizar tus pensamientos. Estás creando pequeños ganchos neuronales con que sostener tus pensamientos y hacer que resulte más fácil captar los conceptos.

A los procesos de pensamiento relacionados con estos dos tipos distintos de redes los llamaremos, respectivamente, el **modo concentrado** y el **modo difuso**: ambos son muy importantes para el aprendizaje.[2] Parece que cambiamos frecuentemente de uno a otro en nuestras actividades diarias. O bien estamos en un modo, o bien en el otro, pero no conscientemente en los dos a la vez. El modo difuso parece capaz de trabajar silenciosamente, en segundo plano, en cosas sobre las que no estamos centrando activamente la atención.[3] A veces también podemos entrar momentáneamente en el modo de pensamiento difuso.

El modo de pensamiento concentrado es esencial para estudiar matemáticas y ciencias. Implica una aproximación directa a la solución de problemas usando enfoques racionales, secuenciales y analíticos. El modo concentrado está asociado a la capacidad para centrar la atención, la cual reside en la corteza prefrontal de tu cerebro, situada justo detrás de tu frente.[4] Centra tu atención en

algo y ¡zas!: el modo concentrado se activa, como la luz penetrante del haz de una linterna.



La corteza prefrontal es el área justo detrás de la frente.

El modo difuso también es esencial para el aprendizaje matemático. Nos permite adquirir repentinamente una nueva visión de un problema con el que hemos estado peleando y que está asociado a las percepciones a grandes rasgos. El pensamiento de modo difuso tiene lugar cuando relajas tu atención y simplemente dejas vagar la mente. Este desahogo facilita que distintas áreas del cerebro se conecten y den lugar a valiosos hallazgos. A diferencia del modo concentrado, el difuso parece menos asociado a un área cerebral concreta: puedes imaginarlo «difuso» por todo el cerebro.[5] Las inspiraciones en modo difuso a menudo provienen de cavilaciones previas que se han hecho en el modo concentrado. (¡El modo difuso necesita material de construcción!)

El aprendizaje implica una compleja alternancia de procesos neuronales entre distintas áreas del cerebro, y también entre sus hemisferios.[6] Por lo tanto, ello significa que pensar y aprender es más complicado que simplemente ir alternando entre el modo concentrado y el difuso. Pero afortunadamente no necesitamos profundizar en los mecanismos físicos. Vamos a enfocarlo de otra manera.

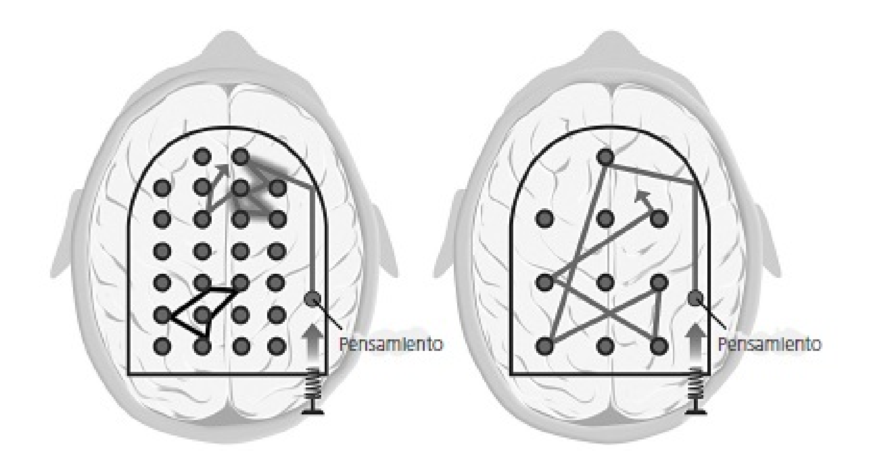
EL MODO CONCENTRADO: UNA ATESTADA MÁQUINA DEL MILLÓN

Para entender los procesos mentales concentrados y difusos, vamos a jugar un poco con la máquina del millón. (Las metáforas son poderosas herramientas para el aprendizaje.) En el viejo juego del milloncete, se tira de un pomo unido a un resorte que golpea una bola para que salga rodando a gran velocidad y acabe saltando al azar entre los anillos de goma de los rebotadores.



Este alegre zombi está jugando a la máquina del millón neuronal.

Mira la siguiente ilustración. Cuando centras tu atención en un problema, tu mente tira del resorte mental y lanza un pensamiento. Bum: ese pensamiento sale despedido, rebotando como una bola en la cabeza de la izquierda. Este es el modo concentrado del pensamiento.



En el juego del «milloncete», una bola, que representa un pensamiento, es impulsada por un resorte y lanzada a toda velocidad para que rebote aleatoriamente entre las filas de rebotadores. Estas dos máquinas del millón representan los modos de pensamiento concentrado (izquierda) y difuso (derecha). El modo concentrado está relacionado con la concentración intensa en un problema o concepto específico. Pero cuando estás en ese modo, a veces inadvertidamente estás concentrándote intensamente e intentando resolver un problema mediante pensamientos erróneos que se hallan en un lugar del cerebro distinto al de los pensamientos resolutivos que necesitas para aclarar el problema realmente.
Como ejemplo, fíjate en el «pensamiento» de la parte superior que tu milloncete hace rebotar primero en la ilustración de la izquierda. Está muy lejos y completamente desconectado de la pauta de pensamiento en la parte inferior del mismo cerebro. Observa que el pensamiento de la parte de arriba parece tener un ancho camino debajo. Esto se debe a que has tenido un pensamiento similar con anterioridad. El pensamiento de la parte inferior es nuevo: no tiene esa ancha pauta subyacente.
El modo difuso de la derecha a menudo involucra una perspectiva general de las cosas. Este modo de pensamiento es útil cuando estás aprendiendo algo nuevo. Como puedes ver, el modo difuso no te permite concentrarte mucho e intensamente para resolver un problema específico, pero puede permitir que te acerques al lugar donde está esa solución porque puedes hacer un recorrido mucho más largo antes de topar con otro rebotador.

Fíjate en que los rebotadores están muy cerca unos de otros cuando se trata del modo concentrado. En cambio, el modo difuso, a la derecha, tiene sus rebotadores más separados. (Si quieres continuar con la metáfora todavía más, puedes imaginar que cada rebotador es un grupo de neuronas.)

Los rebotadores próximos entre sí del modo concentrado significan que te resulta más fácil pensar con precisión. Básicamente, el modo concentrado se usa para centrar la atención en algo que está muy interconectado en la mente, a menudo porque ya estás familiarizado con los conceptos subyacentes. Si miras de cerca la parte alta del modo de pensamiento concentrado verás una línea más ancha, muy transitada. La ruta más ancha indica que el pensamiento en modo concentrado está siguiendo un recorrido ya practicado o experimentado.

Por ejemplo, puedes usar el modo concentrado para multiplicar números, si ya sabes multiplicar, claro. Si estás estudiando una lengua, podrías usar el modo concentrado para adquirir fluidez en las conjugaciones verbales inglesas que aprendiste la semana pasada. Si eres nadador, podrías usar tu modo concentrado

para analizar tu brazada y practicar la posición correcta destinando más energía al movimiento hacia delante.

Cuando te concentras en algo, la corteza prefrontal, conscientemente atenta, envía señales automáticamente a lo largo de recorridos neuronales. Estas conectan distintas áreas de tu cerebro relacionadas con aquello en lo que estás pensando. Este proceso se puede comparar con un pulpo que mueve sus tentáculos hacia distintas áreas de su entorno para saber lo que está sucediendo. El animal solo tiene cierto número de tentáculos para juguetear con las cosas, del mismo modo que tu memoria de trabajo únicamente puede recordar cierto número de cosas a la vez. (Después hablaremos más de la memoria de trabajo.)

A menudo, para introducir un problema en tu cerebro por primera vez, centras tu atención en las palabras: leyendo un libro o mirando tus apuntes de una clase. Tu pulpo atencional activa el modo concentrado. Cuando empiezas a barajar opciones acerca del problema, estás pensando concentradamente, usando los rebotadores próximos entre sí para seguir recorridos neuronales relacionados con algo que ya conoces o con lo que estás familiarizado. Tus pensamientos se mueven fácilmente a través de las pautas previamente incorporadas y localizan deprisa una solución. En las ciencias y las matemáticas, sin embargo, a menudo un pequeño cambio hace que un problema se convierta en otro muy distinto. Entonces hallar soluciones se vuelve más difícil.

POR QUÉ LAS MATEMÁTICAS Y LAS CIENCIAS PUEDEN SER MÁS DESAFIANTES

En las matemáticas y las ciencias la solución de problemas mediante la concentración es a menudo más esforzada que el pensamiento de modo concentrado acerca del lenguaje o las personas.[7] Ello puede deberse a que los humanos no han evolucionado a lo largo de los milenios para manipular nociones matemáticas, que a menudo están codificadas de un modo más abstracto que las nociones del lenguaje convencional.[8] Obviamente, todavía

podemos pensar acerca de las matemáticas y las ciencias, solo que la abstracción y la codificación les añaden un nivel —a veces varios— de complejidad.

¿Qué quiero decir con «abstracción»? Puedes señalar una vaca de verdad, pastando en el campo, e identificarla con las letras v-a-c-a en la página. Pero no puedes señalar el verdadero y auténtico signo *más* que el símbolo + representa: la noción subyacente al signo más es más abstracta. Con «codificación» me refiero a que un símbolo puede representar, en el mismo sentido que el signo de multiplicar representa una suma repetida, varias operaciones o ideas distintas. En nuestra analogía del milloncete, es como si la abstracción y codificación de las matemáticas pudieran hacer que los rebotadores de goma fueran algo más esponjosos y se necesitara más práctica para que se endurecieran y hacer que la bola rebotara debidamente. Por eso afrontar la tendencia a aplazar las cosas, aunque fundamental en el estudio de cualquier disciplina, es particularmente importante en las matemáticas y las ciencias. Después hablaremos más de ello.

En relación con estas dificultades, las matemáticas y las ciencias plantean otro reto. Se llama el **efecto Einstellung** (pronunciado como *ainchtelung*). Según este efecto, una idea que ya tienes en tu mente, o simplemente tu primera impresión de un problema, te impiden hallar una idea o solución mejor.[9] Lo hemos visto en la ilustración del milloncete concentrado, donde tu primer pensamiento rebotaba hacia la parte superior del cerebro, mientras que la pauta de pensamiento de la solución estaba en la parte inferior de la imagen. (La palabra alemana *Einstellung* significa «instalación»: a grandes rasgos, el Einstellung sería la instalación de un bloqueo por la manera en la que ves algo por primera vez.)

Este tipo de enfoque equivocado es especialmente fácil en ciencia porque a veces tu intuición inicial sobre lo que está pasando resulta engañosa. Tienes que desaprender tus viejas ideas erróneas incluso mientras estás aprendiendo las nuevas.[10]

El efecto Einstellung es un obstáculo habitual para los estudiantes. No es solo que a veces necesites entrenar de nuevo tus intuiciones naturales: es que a veces incluso es difícil saber por dónde empezar, como al tratar con un problema de los

deberes. Das palos de ciego, con tus pensamientos alejados de la solución real, porque los rebotadores muy juntos del modo concentrado te impiden saltar a un nuevo lugar donde podría hallarse la solución.

Este es precisamente el motivo por el que un error significativo que cometen a veces los estudiantes de matemáticas y ciencias es tirarse al agua sin haber aprendido a nadar.[11] En otras palabras, empiezan a ciegas por los deberes sin haber leído el libro de texto, sin haber ido a clase, sin haber visto ningún tutorial en Internet, y sin haber hablado con nadie que conociera la materia.

Esta es una receta para el naufragio. Es como permitir que un pensamiento aparezca por las buenas en el milloncete del modo concentrado sin prestar verdadera atención al lugar donde se halla realmente la solución.

Entender cómo se obtienen verdaderas soluciones es importante, no solo para resolver problemas de las materias científicas, sino para la vida en general. Por ejemplo, un poco de indagación, autoconcienciación, e incluso autoexperimentación, puede ayudarte a no perder dinero, o incluso la salud, con productos falsamente basados en afirmaciones seudocientíficas.[12] Y saber solo un poco de las matemáticas oportunas puede ayudarte a evitar cometer errores con tu hipoteca: una situación que puede tener un gran impacto negativo en tu vida.[13]

EL MODO DIFUSO: UN MILLONCETE DISPERSO

Piensa en la ilustración de la máquina del millón cerebral difuso que hemos visto unas páginas atrás, en la que los rebotadores están muy separados. Este modo de pensamiento permite que el cerebro vea el mundo con una perspectiva más amplia. ¿Ves como un pensamiento puede hacer un recorrido mucho más largo antes de topar con un rebotador? Las conexiones están más lejos unas de otras: puedes pasar rápidamente de un ramillete de pensamientos a otro bastante

alejado. (Por supuesto, es difícil tener pensamientos precisos y elaborados mientras se está en este modo.)

Si te estás peleando con un concepto desconocido o intentando resolver un nuevo problema, no tienes pautas neuronales preexistentes para ayudarte a guiar tus pensamientos: no hay un antiguo recorrido —todavía visible a medias— que te ayude a orientarte. Quizá necesites explorar muchas posibilidades para encontrar una solución factible. Para eso, ¡el modo difuso es justo lo que necesitas!

Otra manera de plantear la diferencia entre el modo concentrado y el difuso es pensar en una linterna. Una de tipo multiusos permite escoger entre un haz de luz muy concentrado, capaz de penetrar profundamente en un área estrecha, y una luz más dispersa para iluminar un área amplia, aunque no muy intensamente.

Si estás intentando comprender o resolver algo nuevo, tu mejor opción es apagar el pensamiento de enfoque preciso y activar el modo difuso para pensar a grandes rasgos, el tiempo suficiente para tener la capacidad de conectar con un planteamiento nuevo y más fructífero. Como veremos, el modo difuso tiene una mente propia: no puedes ordenarle que se active por las buenas. Pero pronto llegaremos a algunos trucos que pueden ayudarte a cambiar de modo.

CREATIVIDAD CONTRARIA A LA INTUICIÓN

Cuando estaba estudiando el modo difuso, empecé a ser consciente de él en mi vida cotidiana. Por ejemplo, me di cuenta de que mis mejores melodías de guitarra me salían cuando solo estaba trasteando y no cuando me sentaba con la intención de crear una obra maestra musical (en cuyo caso mis canciones solían ser tópicas y poco inspiradas). Me pasaba algo parecido cuando estaba redactando un texto, intentando tener alguna idea para un proyecto de alguna asignatura, o tratando de resolver un problema matemático difícil. Ahora sigo la regla de oro que, básicamente, es: cuanto más te estrujes el cerebro para que te salga algo creativo, menos originales serán tus ideas. Hasta ahora no me he encontrado en ninguna situación en

la que esto no pudiera aplicarse. En definitiva, significa que la relajación es una parte importante del trabajo duro y, puestos a decir, del trabajo bien hecho.

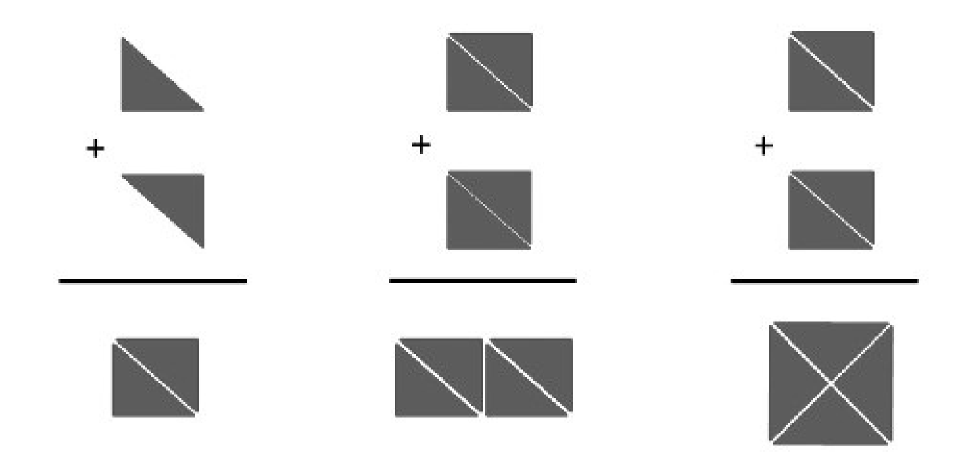
SHAUN WASSELL , *estudiante de primer curso de Ingeniería Informática*

¿POR QUÉ HAY DOS MODOS DE PENSAMIENTO?

¿Por qué tenemos estos dos modos de pensamiento distintos? La respuesta puede estar relacionada con dos grandes problemas que los vertebrados han tenido para sobrevivir y transmitir sus genes a su descendencia. Un ave, por ejemplo, necesita concentrarse con mucho cuidado para conseguir los granos cuando picotea el suelo en busca de comida, y al mismo tiempo tiene que ojear el horizonte para identificar depredadores como los halcones. ¿Cuál es la mejor manera de llevar a cabo estas dos tareas tan diferentes entre ellas? Repartiéndolas, por supuesto. Dedicando un hemisferio del cerebro a la atención más concentrada necesaria para picotear los granos y el otro a ojear el horizonte en busca de peligro. Cuando cada hemisferio tiende a un tipo particular de percepción, ello puede aumentar las probabilidades de supervivencia.[14] Si observas a las aves, verás que primero picotean, y después hacen una pausa para echar un vistazo al horizonte, casi como alternando entre el modo concentrado y el modo difuso.

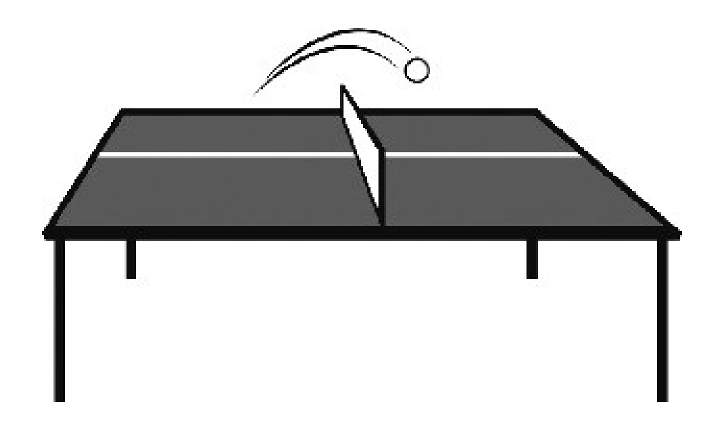
En los humanos vemos una subdivisión similar de las funciones cerebrales. De algún modo, el lado izquierdo del cerebro está más asociado a la atención cuidadosa y concentrada. También parece más especializado en el tratamiento de información secuencial y en el pensamiento lógico: el primer paso lleva al segundo, y así sucesivamente. El lado derecho parece más relacionado con la captación difusa del entorno y la interacción con otras personas, y parece estar más asociado al procesamiento de las emociones.[15] También está ligado al tratamiento simultáneo de desarrollos de percepción general.[16]

Las ligeras diferencias entre los hemisferios nos ayudan a entender por qué pueden haber surgido dos modos de procesamiento distintos. Pero debes desconfiar de la idea de que en algunas personas domina el hemisferio izquierdo y en otras el derecho: la investigación indica que eso simplemente no es cierto.[17] En cambio, está claro que ambos hemisferios están implicados en los modos de pensamiento concentrados y también en los difusos. Para aprender y adquirir creatividad en ciencia y matemáticas, tenemos que fortalecer y utilizar ambos modos.[18]



He aquí un ejemplo rápido que da una idea de la diferencia entre el pensamiento concentrado y el difuso. Si te dan dos triángulos para juntarlos en una forma cuadrada, es fácil hacerlo, como se muestra a la izquierda. Si te dan dos triángulos más y te dicen que formes un cuadrado, tu primera tendencia es juntarlos erróneamente formando un rectángulo, como se muestra en el centro. Ello se debe a que ya has establecido una pauta del modo concentrado que tienes tendencia a seguir. Necesitas un salto intuitivo, difuso, para darte cuenta de que debes reorganizar completamente las piezas si quieres formar otro cuadrado, como se muestra a la derecha.[19]

Los indicios experimentales sugieren que para tratar con un problema difícil, primero debemos dedicarle mucho esfuerzo en el modo concentrado. (¡Algo que aprendimos en las escuela!) Ahora viene la parte interesante: el modo difuso también es a menudo una parte importante de la resolución de un problema, especialmente cuando el problema es difícil. Pero al concentrarnos conscientemente en un problema, estamos bloqueando el modo difuso.



En el ping-pong solo hay un ganador si la pelota puede ir de un lado para otro.

¡CELEBRA LA CONFUSIÓN!

La confusión es un ingrediente saludable del proceso de aprendizaje. Cuando los estudiantes intentan resolver un problema y no saben cómo hacerlo, a menudo llegan a la conclusión de que aquella asignatura no se les da bien. Los estudiantes más brillantes, en particular, pueden tener dificultades a este respecto: su cómodo recorrido por el instituto les deja sin ninguna razón para pensar que estar confundido es normal y necesario. Pero el proceso de aprendizaje consiste en abrirte camino a través de la confusión. Articular tu pregunta es el ochenta por ciento de la batalla. En el momento en que hayas descubierto dónde estaba el lío, ¡probablemente habrás contestado la pregunta por ti mismo!

KENNETH R. LEOPOLD, *profesor distinguido de Química de la Universidad de Minnesota*

La conclusión es que resolver problemas en cualquier disciplina a menudo implica un intercambio entre esos dos modos fundamentalmente distintos. Cada modo procesa la información que recibe y entonces devuelve el resultado al otro modo. Este vaivén de la información cuando el cerebro se abre camino hacia una solución consciente parece esencial para la comprensión y la resolución de todos los conceptos y problemas, excepto los más triviales.[20] Las ideas presentadas

aquí son extremadamente útiles para entender el aprendizaje de las materias científicas. Pero como —casi seguro— ya estás empezando a ver, pueden resultar igual de útiles en muchos otros ámbitos, como la lengua, la música y la escritura creativa.

¡AHORA TÚ!

Cambiar de modo

He aquí un ejercicio cognitivo que puede ayudarte a notar el cambio entre el modo concentrado y el difuso. A ver si puedes formar un nuevo triángulo que apunte hacia abajo moviendo solo tres monedas.



Cuando relajas tu mente, liberando tu atención y sin concentrarte en nada en particular, la solución puede venirte con mucha facilidad.

Deberías saber que algunos niños logran completar este ejercicio en un momento, a la vez que algunos profesores muy inteligentes terminan por rendirse sin más. Para responder a esta pregunta, resulta útil invocar a tu niño interior.

Las soluciones a este reto y a todos los retos «¡Ahora tú!» del libro pueden encontrarse en las notas.[21]

PRELUDIO AL APLAZAMIENTO

Muchas personas luchan con la tendencia al aplazamiento. Más adelante tendremos mucho que decir sobre cómo afrontar eficazmente dicha predisposición. Por ahora, recuerda que cuando practicas la moratoria solo te das tiempo suficiente para un aprendizaje superficial en modo concentrado. También estás aumentando tu nivel de estrés porque sabes que tienes que completar una tarea que consideras desagradable. Las pautas neuronales resultantes serán débiles y fragmentadas y desaparecerán rápidamente: solo te quedará una base poco sólida. Eso puede crear serios problemas, particularmente en las matemáticas y las ciencias. Si repasas para un examen en el último minuto o echas una rápida ojeada a tus ejercicios, no tendrás tiempo para que ninguno de los dos modos de aprendizaje te ayude a tratar con los conceptos y problemas más difíciles o te ayude a sintetizar las relaciones presentes en lo que estás aprendiendo.

¡AHORA TÚ!

Concentrarse intensa pero brevemente

Si te das cuenta de que sueles aplazar las cosas, como muchos de nosotros, aquí tienes un consejo. Apaga tu móvil y cualesquiera sonidos o indicadores luminosos (o páginas web) que puedan comportar una interrupción. Luego pon en marcha un temporizador de veinticinco minutos y disponte a hacer un interludio de trabajo de veinticinco minutos concentrado en una tarea, cualquiera. No te preocupes por si la terminas: ocúpate solo de trabajar en ella. Una vez completado el tiempo, recompénsate navegando por la web, comprobando tu móvil, o haciendo cualquier cosa que te guste. Este premio es tan importante como el trabajo en sí. Quedarás sorprendido de lo productiva que puede ser una sesión concentrada de veinticinco minutos, especialmente cuando te estás concentrando en el trabajo en sí, no en terminarlo. (Este método, conocido como la técnica del Pomodoro, lo discutiremos más detalladamente en el capítulo 6.)

Si quieres aplicar una versión más avanzada de este enfoque, imagínate que al

final de la jornada estás reflexionando

acerca de la tarea más importante que has completado ese día. ¿Cuál sería? Anótala. Luego trabaja en ella. Intenta realizar por lo menos tres de estas sesiones de veinticinco minutos ese día, en la tarea o las tareas que consideres de mayor importancia.

Al final de tu jornada de trabajo, mira lo que has tachado de tu lista y saborea la sensación de logro. Luego anota unas

cuantas labores clave en las que te gustaría trabajar el día siguiente. Esta preparación previa facilitará que tu modo difuso empiece a pensar acerca de cómo vas a completar esas tareas.

EN RESUMEN

- Nuestro cerebro usa dos procesos muy distintos para pensar: el modo concentrado y el modo difuso. Parece que vamos alternando entre ambos, y usamos uno u otro.
- Es típico quedarse atascado ante los nuevos conceptos y problemas cuando nos centramos en ellos por primera vez.
- Para tener ideas nuevas y resolver problemas, es importante no solo concentrarse al principio, sino también después dejar de prestar atención a lo que queremos aprender.
- El efecto Einstellung consiste en quedarse atascado al intentar resolver un problema o entender un concepto como resultado de bloquear la atención en un enfoque erróneo. Cambiar del modo concentrado al difuso puede ayudar a librarte de este efecto. Recuerda, pues, que a veces tendrás que pensar con flexibilidad. Puede que necesites cambiar de modo para resolver un problema o entender un concepto. A veces, tus ideas iniciales sobre la manera de resolver un problema pueden crearte mucha confusión.

PÁRATE A PENSAR

Cierra el libro y aparta la mirada. ¿Cuáles eran las ideas principales de este capítulo? No te preocupes si no puedes recordarlo todo cuando lo intentas por primera vez. A medida que continúes practicando esta técnica, empezarás a notar cambios en cómo lees y cuánto recuerdas.

POTENCIA TU APRENDIZAJE

1. ¿Cómo reconocerías que estás en modo difuso? ¿Cómo te sientes en ese modo?

2. Cuando estás pensando conscientemente en un problema, ¿qué modo está activado y cuál no funciona? ¿Qué puedes hacer para escapar de ese bloqueo?

3. Intenta recordar alguna situación en la que experimentaras el efecto Einstellung. ¿Cómo fuiste capaz de cambiar la manera de pensar para superar la noción preconcebida pero errónea?

4. Explica cómo los modos concentrado y difuso se pueden comparar con una linterna multiuso. ¿Cuándo se puede ver hasta más lejos? ¿Y cuándo más ampliamente, pero no tan lejos?

5. ¿Por qué la tendencia al aplazamiento puede ser un reto especial para los que estudian matemáticas y ciencias?

SALIR DEL ATASCO: CONSEJOS DE NADIA NOUI-MEHIDI, ESTUDIANTE DE ECONOMÍA



«Me matriculé de Cálculo-I en el instituto y fue una pesadilla. Era tan profundamente distinto de cualquier cosa que hubiera aprendido antes que ni siquiera sabía cómo aprenderlo. Estudiaba durante más tiempo y con más intensidad que nunca anteriormente,

pero aunque hiciera muchos problemas o pasara largo tiempo en la biblioteca no estaba aprendiendo nada. Al final me conformé con apañármelas memorizando. No hace falta decir que el examen de acceso a la universidad no me fue demasiado bien.

»Los siguientes dos años evité las matemáticas, y luego, como estudiante de segundo curso en el colegio universitario, hice Cálculo-I y saqué un 4 sobre 5. No creo que dos años después fuera más lista, pero mi modo de enfocar la asignatura había cambiado por completo.

»Creo que en el instituto estaba atascada en el modo de pensamiento concentrado (¡Einstellung!) y tenía la sensación de que si insistía en enfocar los problemas de la misma manera, tarde o temprano todo encajaría.

»Ahora hago tutorías de estudiantes de matemáticas y economía y sus dificultades casi siempre se deben a que se centran demasiado en los detalles del problema para buscar pistas que les permitan resolverlo, y no en comprender el problema en sí. No creo que puedas tutorizar a alguien acerca de cómo pensar: es una especie de viaje personal. Pero he aquí algunas cosas que me han ayudado a entender conceptos que al principio parecían complicados o confusos.

1. Cuando leo un libro tengo una mejor comprensión que cuando escucho a alguien hablar, de modo que siempre leo el texto de la asignatura. Primero lo hojeo para hacerme una idea de lo que el capítulo pretende transmitir y luego lo leo detalladamente. Lo hago varias veces (pero no consecutivas).
2. Si tras leer el libro sigo sin entender bien las cosas, hago una búsqueda en Google o miro vídeos de Youtube sobre el tema. No porque el libro o el profesor no se expliquen con claridad, sino más bien porque a veces oír una manera algo distinta de expresar algo puede hacer que tu mente mire el problema desde otro punto de vista y empiece a entenderlo.
3. Cuando estoy conduciendo pienso muy claramente. A veces me tomo un descanso sin más y voy a dar una vuelta en coche, algo que me ayuda mucho. Tengo que estar ocupada de algún modo, porque si me limito a sentarme y pensar acabo aburrida o distraída y no puedo concentrarme».

3

APRENDER ES CREAR

Lecciones desde la cocina de Thomas Edison

Thomas Edison fue uno de los inventores más prolíficos de la historia, con más de mil patentes a su nombre. Nada era un obstáculo para su creatividad. Cuando un terrible incendio fortuito arrasó su laboratorio, incluso antes de que el fuego se hubiera apagado, Edison ya estaba trazando con entusiasmo los planos de uno nuevo, todavía mayor y mejor que el anterior. ¿Cómo es posible que Edison tuviera una creatividad tan fenomenal? La respuesta, como vas a ver, está relacionada con sus trucos poco usuales para cambiar de modo de pensamiento.

ALTERNANCIA ENTRE LOS MODOS CONCENTRADO Y DIFUSO

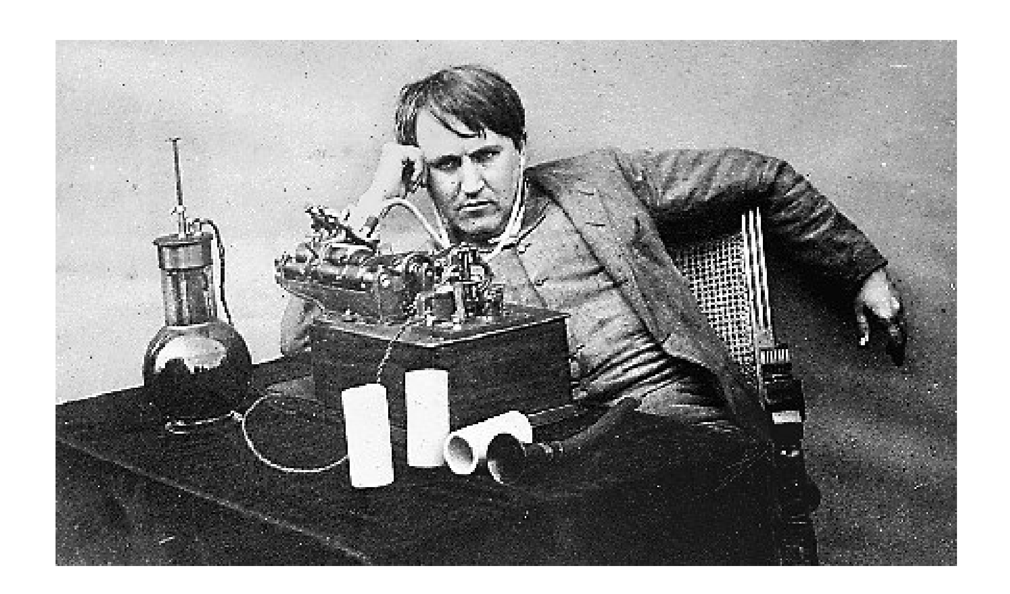
Para la mayoría de la gente, el cambio del modo concentrado al difuso ocurre de modo natural al distraerse y dejar pasar un poco de tiempo. Puedes pasear, echar una siesta o ir al gimnasio. O trabajar en algo que ocupe otras partes del cerebro: escuchar música, conjugar verbos ingleses o limpiar una jaula de jerbos.[a1] La clave es hacer otra cosa hasta que tu cerebro se libere de pensamientos conscientes sobre el problema. A menos que entren en juego otros trucos, generalmente esto puede comportar varias horas. Tal vez digas: «No tengo tanto tiempo». Sin embargo, lo tienes, si simplemente centras tu atención en otras cosas que debes hacer y lo aderezas con un poco de descanso para relajarte.

Según el experto en creatividad Howard Gruber, las letras *abc* indican tres

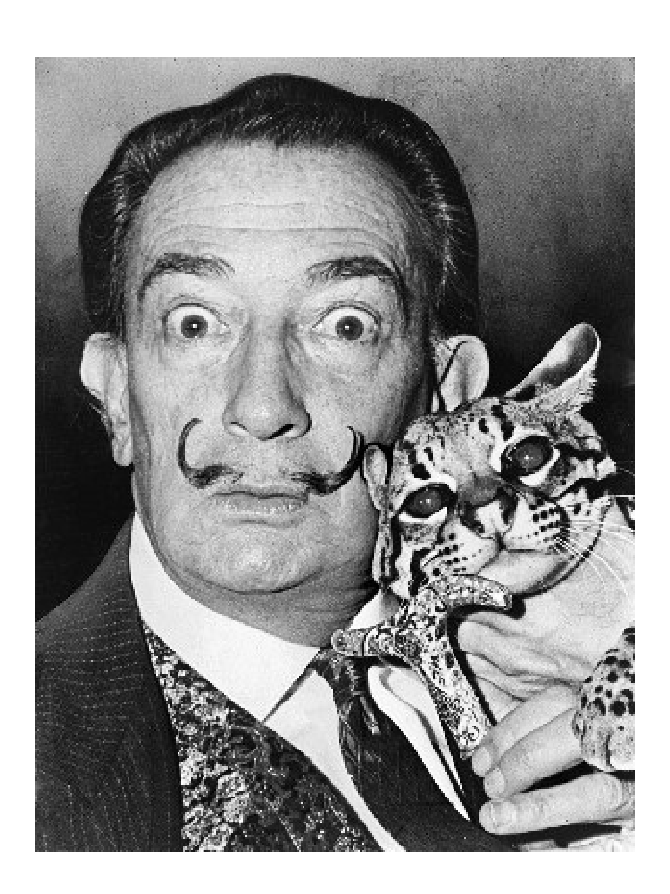
cosas que a menudo parecen dar resultados: el autobús, el baño y la cama.[2] Un químico notablemente inventivo de mediados del siglo XIX, Alexander Williamson, observó que un paseo a solas equivalía a una semana de laboratorio para ayudarle a progresar en su trabajo.[3] (Afortunadamente para él, entonces no existían los teléfonos inteligentes.) Caminar estimula la creatividad en muchos campos. Varios escritores famosos, como Jane Austen, Carl Sandburg y Charles Dickens, hallaban la inspiración durante sus frecuentes y largos paseos.

Una vez te has distraído del problema en cuestión, el modo difuso tiene acceso a él y puede empezar a darle vueltas a su manera, amplia y general, para dar con una solución.[4] Tras el descanso, cuando vuelvas al problema, a menudo te sorprenderá qué fácilmente se presenta la solución. Incluso si no aparece, con frecuencia verás el problema más claro. Puede que se necesite mucho trabajo previo en el modo concentrado, pero la solución repentina e inesperada que surge del modo difuso puede dar la sensación de que es el modo «¡Ajá!».

Hallar esa solución inspirada, intuitiva, al problema con el que estás es una de las sensaciones más misteriosamente atractivas de las matemáticas y las ciencias... Y del arte, la literatura y, en realidad, ¡de cualquier otra actividad creativa! Y sí, como vas a ver, las matemáticas y las ciencias son formas de pensamiento profundamente creativas incluso cuando solo las estás aprendiendo en la escuela.



Se cree que el brillante inventor Thomas Edison (arriba) usaba un astuto truco para pasar del modo concentrado al difuso. Se trata de la misma treta usada por el famoso pintor surrealista Salvador Dalí (abajo) para sus creaciones artísticas.



Esa sensación de desconexión, de penumbra, que uno experimenta cuando empieza a dormirse era, al parecer, parte del truco que se ocultaba tras la

extraordinaria creatividad de Edison. Al afrontar un problema difícil, en lugar de centrarse deliberadamente en él, Edison, según la leyenda, echaba un sueñecito. Pero lo hacía sentado en una butaca, sosteniendo una bola de metal en la mano por encima de una bandeja que había en el suelo. Al relajarse, sus pensamientos entraban en el modo difuso, libre y abierto. (Esto es un recordatorio de que dormirse es una buena manera de conseguir que el cerebro piense relajadamente en un problema que quieres resolver, o en cualquier trabajo creativo.) Cuando Edison se dormía, la bola se le caía. El golpeteo en la bandeja le despertaba, y así podía reunir los fragmentos de su pensamiento difuso para construir nuevas estrategias de solución.[5]

LA CREATIVIDAD CONSISTE EN TOMAR LAS RIENDAS DE TUS HABILIDADES Y EXTENDERLAS

Hay una profunda conexión entre la creatividad técnica, científica y artística. El alocado pintor surrealista Salvador Dalí, igual que Thomas Edison, también usaba el truco del sueñecito y la caída de un objeto que estaba sosteniendo para acceder a las perspectivas creativas de su modo difuso. (Dalí lo llamaba «dormir sin dormir».)[6] **Recabar la ayuda del modo difuso te ayuda a aprender a un nivel profundo y creativo.** Hay mucha creatividad subyacente a la solución de problemas en ciencias y matemáticas. Muchas personas piensan que hay una sola manera de resolver un problema, pero a menudo hay varias soluciones distintas, si tienes la creatividad para verlas. Por ejemplo, hay más de trescientas demostraciones diferentes conocidas del teorema de Pitágoras. Como vamos a aprender dentro de poco, los problemas técnicos y sus soluciones pueden considerarse una forma de poesía.

La creatividad, sin embargo, es más que simplemente tener un conjunto desarrollado de capacidades científicas o artísticas. Consiste en tomar las riendas de tus habilidades y extenderlas. Muchas personas piensan que no son creativas,

cuando eso es simplemente falso. Todos tenemos la capacidad de hacer nuevas conexiones neuronales y extraer de la memoria algo que nunca fue colocado ahí desde el principio: lo que los investigadores de la creatividad Liane Gabora y Apara Ranjan llaman «la magia de la creatividad».[7] Entender cómo funciona tu mente te ayuda a entender mejor la naturaleza creativa de tus pensamientos.

¡AHORA TÚ!

De concentrado a difuso

Lee la frase siguiente y descubre cuántos errores contiene:

Essta frase contiene trees errores.

Los primeros dos errores se descubren fácilmente usando un enfoque de modo concentrado. El tercer, y paradójico, error solo resulta obvio cuando cambias de punto de vista y adoptas un enfoque más difuso.[8] (Recuerda que en la nota hallarás la solución.)

ALTERNAR LOS MODOS PARA DOMINAR UNA TEMÁTICA

El caso de Edison nos recuerda algo más. En las materias científicas aprendemos mucho de nuestros fallos.[9] Debes saber que estás haciendo progresos con cada error que identificas cuando intentas resolver un problema: hallar errores debería darte una sensación de satisfacción. Al propio Edison se le atribuye la frase: «No he fracasado. Solo he encontrado 1.000 maneras que no funcionan».[10]

Los fallos son inevitables. Para superarlos, empieza pronto con tus deberes y, a menos que realmente disfrutes con lo que estás haciendo, haz que tus sesiones

de trabajo sean cortas. Recuerda: cuando te tomas descansos, tu modo difuso continúa trabajando en segundo plano. Es una oferta inmejorable: continúas aprendiendo mientras te lo tomas con calma. Algunas personas creen que nunca entrarán en el modo difuso, pero esto es sencillamente falso. Cada vez que te relajas y no piensas en nada en particular, tu cerebro entra en un modo por defecto natural que es una forma de pensamiento difuso. Todo el mundo lo hace.[11]

Dormir es probablemente el factor más importante y efectivo para hacer que el modo difuso trate con un problema difícil. Pero no te dejes engañar por la naturaleza relajada y en ocasiones adormecida del modo difuso. Dicho modo se puede comparar con un campamento base en una expedición de alpinismo. Los campamentos base son puntos de descanso esenciales en la larga ascensión hacia cimas escarpadas. Se usan para descansar, reflexionar, comprobar el equipamiento y asegurarse de que la ruta escogida es correcta. Pero nunca confundirías el descanso en el campamento base con el trabajo duro de llegar a la cima de la montaña. En otras palabras, que uses tu modo difuso no significa que puedas echarte por ahí y esperar a conseguir tus objetivos. Con el paso de los días y las semanas, es la práctica distribuida, la alternancia entre la atención del modo concentrado y la relajación del modo difuso, lo que da resultados.[12]

Recabar la ayuda del modo concentrado —que suele ser lo que necesitas para que un problema entre en tu cerebro por primera vez— requiere toda tu atención. Los estudios han demostrado que solo tenemos cierta cantidad de energía mental, o fuerza de voluntad, para este tipo de pensamiento.[13] Cuando tu energía flaquea, a veces puedes desconectar cambiando a otras tareas que requieran atención, como pasar de las matemáticas al vocabulario francés. Pero cuanto más tiempo dediques al modo concentrado, más recursos mentales estarás utilizando. Es como una sesión intensa y prolongada de levantamiento de pesas mentales. Por eso pueden ser tan refrescantes los breves interludios que implican moverse o hablar con los amigos, en los que no necesitas concentrarte intencionadamente.

Quizá desees aprender a progresar más rápidamente, controlar de alguna

manera el modo difuso para que asimile nuevas ideas más rápidamente. Pero compáralo con el ejercicio. Levantar pesos constantemente no hará crecer tus músculos, pues necesitan tiempo y descanso para desarrollarse antes de ejercitarlos de nuevo. Tomarse tiempo entre sesiones de levantamiento de pesos ayuda a desarrollar músculos más fuertes a largo plazo. ¡La persistencia a lo largo del tiempo es la clave!

USA ESTAS HERRAMIENTAS DE MODO DIFUSO COMO RECOMPENSAS TRAS UN INTENSO TRABAJO EN MODO CONCENTRADO[14]

Activadores generales del modo difuso

- Ir al gimnasio
- Jugar al fútbol, baloncesto o un deporte parecido
- Correr, caminar o nadar
- Bailar
- Ir en coche (como conductor o pasajero)
- Dibujar o pintar
- Tomar un baño o una ducha
- Escuchar música, especialmente instrumental
- Tocar canciones que conoces bien
- Meditar o rezar
- Dormir (¡el modo difuso definitivo!)

Los siguientes activadores del modo difuso es mejor usarlos con brevedad, como recompensas. (Estas actividades pueden hacerte entrar en un modo más concentrado que las anteriores.)

- Jugar a videojuegos
- Navegar por la red
- Hablar con amigos
- Ayudar voluntariamente a alguien en una tarea simple
- Leer un libro relajante
- Enviar mensajes de texto a los amigos

- Ir al cine o al teatro
- Mirar la televisión (dejar caer el mando a distancia si te duermes no cuenta)

NO TE PREOCUPES POR ALCANZAR EL NIVEL DE LOS CEREBRITOS

A menudo, los estudiantes que empiezan a lidiar con las materias científicas se comparan con otros, que son caballos de carreras intelectuales, y se dicen a sí mismos que deben alcanzarles. Entonces no se toman el tiempo extra que necesitan para dominar verdaderamente las materias, y quedan todavía más rezagados. Como resultado de esta situación incómoda y descorazonadora, algunos estudiantes acaban abandonando innecesariamente las matemáticas y las ciencias.

Toma distancia y echa un vistazo objetivo a tus puntos fuertes y débiles. Si necesitas más tiempo para aprender matemáticas y ciencias, esa es simplemente la realidad. Si estás en el instituto, intenta adecuar tu horario, tómate el tiempo que necesitas para centrarte en las materias más difíciles y limita la cantidad de trabajo a volúmenes manejables. Si estás en la universidad, intenta no matricularte en muchos cursos difíciles a la vez, especialmente si también estás trabajando. Para muchas personas, menos cursos de temática científica pueden significar más cursos de otros tipos. Evita la tentación de comparar tu nivel con el de tus compañeros, especialmente en las primeras fases de la universidad.

Puede sorprenderte descubrir que aprender despacio puede significar que aprendas más profundamente que tus compañeros de clase más rápidos. Uno de los trucos más importantes que me ayudó a reconfigurar mi cerebro fue aprender a evitar la tentación de seguir demasiadas materias científicas a la vez.

EVITA EL EFECTO EINSTELLUNG (QUEDARSE ATASCADO)

Recuerda: apegarse a la primera idea que te viene a la cabeza cuando intentas

resolver un problema de los deberes, o durante un examen, puede impedirte hallar una solución mejor. Los jugadores de ajedrez que experimentan el Einstellung creen de verdad que están examinando el tablero en busca de una solución distinta. Pero el estudio cuidadoso de la dirección de su mirada demuestra que continúan centrándose en la solución original. No es solo su mirada, sino su propia mente la que no puede distanciarse lo suficiente para lograr un nuevo enfoque del problema.[15]

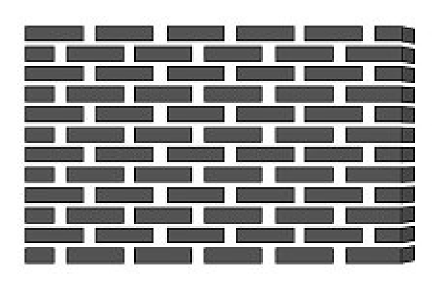
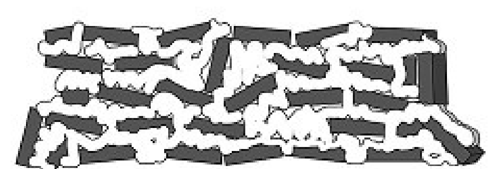
Según investigaciones recientes, el parpadeo es una actividad vital que proporciona otra manera de reevaluar una situación. Cerrar los ojos parece aportar una micropausa que desactiva momentáneamente nuestra atención y nos permite, por el más breve de los momentos, refrescar y renovar nuestra consciencia y perspectiva.[16] Así, el parpadeo puede desconectarnos momentáneamente de nuestra perspectiva de modo concentrado. Pero por otro lado, cerrar los ojos de forma deliberada puede ayudar a concentrarnos más profundamente: a menudo las personas miran hacia otro lado o se tapan los ojos para evitar distracciones cuando se concentran en busca de una respuesta.[17]

Ahora podemos empezar a entender a Magnus Carlsen y su genialidad al valorar la importancia de distracciones aparentemente triviales. Cuando Carlsen se levantó y volvió la mirada —y su atención— hacia otros tableros de ajedrez, quizás estuviera ayudando a su mente a saltar por un instante fuera del modo concentrado. Fijar los ojos y la atención en alguna otra cosa posiblemente fue decisivo para permitir que su intuición difusa se pusiera a trabajar en la partida contra Kaspárov. ¿Cómo pudo Carlsen cambiar de modo con tanta rapidez e inspirarse de repente? Sus conocimientos de ajedrez probablemente tuvieron algo que ver, junto con sus propias habilidades prácticas intuitivas. Esto indica que tú también puedes desarrollar maneras de saltar con rapidez entre el modo concentrado y el difuso cuando estás adquiriendo conocimientos de alguna materia.

A propósito, Carlsen también debía saber que levantarse súbitamente desconcentraría a Kaspárov. A ese nivel de competición incluso ligeras

distracciones pueden ser desconcertantes, un recordatorio para ti de que la atención profundamente concentrada es un recurso importante del que no quieres que te aparten. (Es decir, a menos que sea el momento de alejarse a propósito y dejar que el modo difuso tome el relevo.)

Resolver un problema difícil o aprender un nuevo concepto casi siempre requiere uno o más períodos en los que no estás trabajando conscientemente en el problema. Cada interludio durante el cual no estás centrado en el problema permite que tu modo difuso lo vea desde un nuevo punto de vista. Cuando tu atención concentrada se centra otra vez en él, consolidas nuevas pautas e ideas aportadas por el modo difuso.

Aprender bien significa dejar pasar cierto tiempo entre sesiones de estudio concentrado, para que las pautas neuronales puedan consolidarse adecuadamente. Equivale a dejar tiempo para que se seque el cemento cuando construyes una pared de ladrillos, como se muestra a la izquierda. Intentar aprenderlo todo a última hora en unas cuantas sesiones no da tiempo a que las estructuras neuronales se consoliden en la memoria a largo plazo: el resultado es un caótico montón de ladrillos como los de la derecha.

ALTERNAR EL PENSAMIENTO CONCENTRADO CON EL DIFUSO

Como intérprete de piano durante quince años, a veces me encontraba con alguna pieza particularmente difícil. No me salía, sin más, así que obligaba a mis dedos a tocarla una y otra vez (aunque de manera muy lenta o incorrecta), y luego me tomaba un descanso. Al día siguiente, cuando lo intentaba otra vez, era capaz de tocarla perfectamente, como por arte de magia.

Hoy he decidido concederme un descanso con un problema de cálculo que era lioso y estaba empezando a enfurecerme. En el coche, de camino a la feria renacentista,[b] me vino la solución y ¡tuve que anotarla en una servilleta de papel antes de que se me olvidara! (Tened siempre servilletas en el coche. Nunca se sabe.)

TREVOR DROZD , *estudiante de tercer curso de Ciencias Informáticas*

Los tiempos de descanso entre períodos de trabajo concentrado deben ser lo bastante largos para que tu mente consciente desconecte totalmente del problema en el que estás centrado. Normalmente unas pocas horas son suficientes para que el modo difuso haga progresos significativos, pero sin llegar a dar tiempo de que la inspiración se desvanezca antes de pasar al modo concentrado. Una buena regla a seguir, cuando estás aprendiendo nuevos conceptos por primera vez, es no dejar los temas aparcados más de un día.

El modo difuso no solo permite ver las cosas desde otros puntos de vista sino que también parece facilitar la síntesis y la incorporación de las nuevas ideas en relación con los conocimientos previos. Esta práctica de mirar las cosas desde una nueva perspectiva también nos ayuda a entender por qué consultar con la almohada antes de tomar decisiones importantes suele ser una buena idea,[18] y por qué es importante tomarse vacaciones.

Cuando te abres camino entre nuevos conceptos o hacia la solución de nuevos problemas a tu cerebro le cuesta cierto tiempo resolver la tensión entre los modos de aprendizaje concentrado y difuso. Trabajar en el modo concentrado es como fabricar los ladrillos, mientras que hacerlo en el modo difuso es como ir uniéndolos poco a poco con cemento. La capacidad para mantener la tarea a distancia, pacientemente, a pequeños ratos, es importante. Por eso, si la tendencia al aplazamiento es un problema para ti, te resultará vital aprender algunos de los próximos trucos neuronales para afrontarla con efectividad.

QUÉ HACER CUANDO ESTÁS REALMENTE ATASCADO

Las personas con mucho autocontrol pueden ser las que tengan más dificultades para obligarse a relegar su modo concentrado y facilitar que el modo difuso empiece su trabajo. Después de todo, han tenido éxito porque a veces podían continuar cuando otros flaqueaban. Si te encuentras a menudo en esta situación, puedes usar otro truco. Ponte como regla escuchar a compañeros de estudios, amigos o seres queridos que pueden percibir cuándo empiezas a estar peligrosamente frustrado. A veces es más fácil escuchar a otra persona que a ti mismo. (Cuando mi marido o mis hijos, por ejemplo, me dicen que deje de trabajar en los fallos de un programa de ordenador, yo misma sigo esta regla, aunque en aquel momento siempre protesto.)

¡AHORA TÚ!

Obsérvate a ti mismo

La próxima vez que te sientas frustrado por algo o por alguien, intenta tomar distancia mentalmente y observar tu reacción. Ocasionalmente, la rabia y la desilusión pueden tener un papel en la motivación para el éxito, pero también pueden desactivar áreas clave del cerebro que necesitamos para aprender. Si la frustración asoma, suele ser un buen indicador de que deberías tomarte un descanso, una señal de que necesitas cambiar al modo difuso.

Hablando de conversar con otras personas: cuando estás verdaderamente atascado, nada te ayuda más que recibir alguna inspiración de un compañero de clase, algún otro estudiante o el profesor. Pregunta a alguna otra persona acerca de una perspectiva distinta sobre la solución de un problema o de una analogía distinta para entender un concepto; sin embargo, es mejor que empieces

peleando con el problema a solas antes de hablar de él con los demás, porque así los conceptos se consolidarán y serás más receptivo frente a las explicaciones. A menudo aprender significa comprender lo que nos hemos tragado, y para ello tenemos que habernos engullido algo. (Recuerdo que en el instituto yo miraba a mis profesores de ciencias con beligerancia, culpándoles de mi falta de comprensión, sin darme cuenta de que era yo quien tenía que dar el primer paso.) Y no esperes hasta una semana antes de los exámenes parciales o finales para recibir este tipo de ayuda. Haz consultas desde el principio y con frecuencia. A menudo el profesor puede replantear las cosas o explicarlas de un modo distinto que te ayude a entender la asignatura.

EL FRACASO PUEDE SER UN GRAN MAESTRO

Cuando estaba en el instituto decidí matricularme en una asignatura de Ciencias Informáticas. Acabé suspendiendo el examen final. Pero no acepté el fracaso, de modo que un año después me matriculé y lo probé otra vez. De algún modo, el hecho de estar alejada de la programación durante casi un año y luego volver a ella me hizo dar cuenta de lo mucho que en realidad la disfrutaba. En el segundo intento superé fácilmente el examen. Si hubiera tenido demasiado miedo al fracaso para matricularme la primera vez, y luego una segunda vez, ciertamente hoy no sería lo que soy, una apasionada y feliz científica informática.

CASSANDRA GORDON, *acerca de sus experiencias en primer curso de Ciencias Informáticas*

¡AHORA TÚ!

Comprende las paradojas del aprendizaje

El aprendizaje es, a menudo, paradójico. Aquello que necesitamos para aprender es lo mismo que obstaculiza nuestra capacidad para hacerlo. Necesitamos hacer un esfuerzo de concentración para ser capaces de resolver problemas, pero al mismo tiempo también puede cerrarnos el acceso al nuevo enfoque que quizá necesitemos. El éxito es importante pero también lo es el fracaso. La persistencia es clave, pero una tenacidad inoportuna puede causar frustraciones innecesarias.

A lo largo de este libro, vas a encontrar varias paradojas del aprendizaje. ¿Sabrías prever cuáles podrían ser algunas de ellas?

INTRODUCCIÓN A LA MEMORIA DE TRABAJO Y LA MEMORIA A LARGO PLAZO

En este punto, será útil hablar de algunas nociones básicas sobre la memoria. Para nuestros propósitos, solo vamos a hablar de los dos sistemas de memoria principales: la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo.[19]

La memoria de trabajo es la parte relacionada con lo que estás procesando en tu mente de manera inmediata y consciente. Solía pensarse que nuestra memoria de trabajo podía recordar siete cosas —o bloques— a la vez, pero ahora existe la creencia generalizada de que la memoria de trabajo solo puede recordar unos cuatro bloques de información. (Tendemos a agrupar las cosas en secciones automáticamente, de modo que nuestra memoria de trabajo parece más grande de lo que realmente es.)[20]

Puedes imaginar la memoria de trabajo como el equivalente mental de un malabarista. Las cuatro cosas solo se mantienen en el aire, o en la memoria de trabajo, porque vas añadiendo un poco de energía. Es la que se necesita para que tus vampiros metabólicos, los procesos de disolución naturales, no consuman los recuerdos. En otras palabras, necesitas mantenerlos activamente; si no, tu cuerpo enviará la energía hacia otra parte y olvidarás la información que habías recibido.

Tu memoria de trabajo es importante para aprender matemáticas y ciencias porque es como tu pizarra mental particular donde puedes garabatear unas cuantas ideas en las que estás pensando o que estás intentando comprender.



En general, puedes mantener aproximadamente cuatro cosas en tu memoria de trabajo, como se muestra en la imagen de la izquierda. Cuando dominas una técnica o un concepto de las matemáticas o las ciencias, ocupa menos espacio en tu memoria de trabajo. Ello libera espacio mental para pensar, de modo que puede tratar más fácilmente con otras ideas, como se ve a la derecha.

¿Cómo mantienes las cosas en la memoria de trabajo? A menudo es por medio de la repetición; por ejemplo, puedes repetirte un número de teléfono hasta que puedas anotarlo. Puede que cierres los ojos para evitar que otras cosas invadan el limitado espacio de tu memoria de trabajo mientras te estás concentrando.

En cambio, la memoria a largo plazo puede compararse con un almacén. Una vez las cosas están allí, generalmente allí se quedan. El depósito es grande, con espacio para miles de millones de cosas, y es fácil que algunos paquetes queden tan profundamente enterrados que sea difícil recuperarlos. Las investigaciones han demostrado que cuando tu cerebro pone un bloque de información en la memoria a largo plazo por primera vez, tienes que revisitarlo unas cuantas veces para aumentar las probabilidades de encontrarlo en el futuro cuando lo necesites.[21] (Los aficionados a la tecnología a menudo comparan la memoria de trabajo con la memoria de acceso aleatorio de un ordenador [RAM][c], y la memoria a largo plazo con el disco duro.)

La memoria a largo plazo es importante para el aprendizaje de las matemáticas y las ciencias porque es donde almacenas los conceptos y técnicas fundamentales que necesitas usar en la resolución de problemas. Mover la información de la memoria de trabajo a la de largo plazo es algo que lleva tiempo. Para apoyar este proceso, puedes usar una técnica llamada «repaso espaciado». Como quizás has adivinado, esta técnica consiste en insistir en lo

que estás intentando memorizar, como una nueva palabra de vocabulario o una nueva técnica para resolver problemas, pero espaciando el repaso a lo largo de los días.

Dejar un día entre los episodios de repaso, extendiendo tu práctica a lo largo de unas cuantas jornadas, realmente marca una diferencia. Las investigaciones han demostrado que si intentas que algo se pegue a tu memoria repasándolo veinte veces en una tarde —por ejemplo— no funcionará tan bien, ni mucho menos, como si lo repasas el mismo número de veces a lo largo de varios días o varias semanas.[22] Esto es parecido a la construcción de la pared de ladrillos que hemos visto anteriormente. Si no das tiempo a que el cemento se seque (para que las conexiones sinápticas se formen y se fortalezcan), no obtendrás una buena estructura.

CONSEJOS SOBRE EL SUEÑO

Muchas personas te dirán que no pueden echar un sueñecito en pleno día. Una sola cosa que aprendí en una única clase de yoga a la que asistí hace varios años fue cómo disminuir mi ritmo respiratorio. Lo que hago yo es ir respirando con lentitud y no pensar que tengo la obligación de dormirme. En cambio, pienso cosas como: «¡Hora de dormir!», y me concentro solo en mi respiración. También me aseguro de que la habitación esté a oscuras, o me cubro los ojos con uno de esos antifaces que se usan en los aviones. También pongo la alarma de mi móvil para que suene a los veintiún minutos, porque si una cabezadita se convierte en un sueño más largo puedes quedarte atontada. Esta cantidad de tiempo me da lo que podríamos llamar un reinicio cognitivo.

AMY ALKON, *autora de una columna semanal de consejos y reina de las cabezaditas*

¡AHORA TÚ!

Deja que tu mente trabaje en segundo plano

La próxima vez que estés tratando con un problema difícil, trabaja en él durante unos cuantos minutos. Cuando te quedes atascado, pasa a otro tema. Tu modo difuso puede continuar trabajando en segundo plano en el problema más difícil. Cuando vuelvas a él más tarde, a menudo quedarás gratamente sorprendido por el progreso que has hecho.

LA IMPORTANCIA DE DORMIR PARA EL APRENDIZAJE

Puede que te sorprenda saber que el simple hecho de estar despierto crea productos tóxicos en tu cerebro. Durante el sueño, tus células disminuyen de tamaño, lo que causa un notable incremento en el espacio entre ellas. Esto es equivalente a abrir una compuerta: permite que pase un fluido limpiador y arrastre las toxinas.[23] Dicha higiene nocturna es parte de lo que mantiene sano tu cerebro. Cuando duermes demasiado poco, la acumulación de estos productos tóxicos explica, según se cree, por qué no puedes pensar con claridad. (La falta de sueño está relacionada con enfermedades que van del alzhéimer a la depresión. La falta prolongada de sueño es mortal.)

Los estudios indican que el sueño es una parte vital de la memoria y el aprendizaje.[24] Parte de lo que este aseo somnoliento especial hace es borrar aspectos triviales de los recuerdos y al mismo tiempo fortalecer las áreas importantes. Durante el sueño, tu cerebro también ensaya algunas de las partes más difíciles de aquello que estés intentando aprender, repasando una y otra vez las pautas neuronales para profundizarlas y fortalecerlas.[25]

Finalmente, se ha demostrado que el sueño marca una diferencia en la

capacidad de las personas para resolver problemas difíciles y hallar significado y comprensión en lo que están aprendiendo. Es como si la desactivación completa del «yo» consciente en la corteza prefrontal ayudara a otras áreas del cerebro a empezar a hablar más fácilmente unas con otras, permitiendo que hallen la solución neuronal de tu problema mientras duermes.[26] (Por supuesto, debes plantar la semilla para tu modo difuso mediante un trabajo anterior en modo concentrado.) Parece que si repasas el material justo antes de echar una cabezadita o una siesta tienes más probabilidades de soñar con ello. Si vas incluso más allá y te planteas mentalmente que quieres soñar con ello, al parecer este truco incluso aumenta las probabilidades.[27] Soñar con lo que estás estudiando puede incrementar sustancialmente tu capacidad de comprensión: de algún modo consolida tus recuerdos en bloques más fáciles de retener.[28]

Si estás fatigado, a menudo es mejor simplemente irse a dormir y levantarse un poco más temprano al día siguiente, de modo que estudies con el cerebro más descansado. Los estudiantes experimentados confirmarán que dedicarse a estudiar una hora con el cerebro reposado es mejor que estudiar tres horas con el cerebro cansado. Una mente falta de sueño simplemente no puede hacer las conexiones usuales que realizas durante los procesos de pensamiento normales. Pasar la noche antes de un examen sin dormir puede comportar que —a pesar de estar perfectamente preparado— tu mente sea simplemente incapaz de funcionar de modo correcto, por lo que obtendrás una mala nota.

UN MÉTODO PARA MUCHAS DISCIPLINAS

Los enfoques concentrado y difuso son valiosos para todo tipo de ámbitos y disciplinas, no solo las matemáticas y las ciencias. Como indica Paul Schwalbe, experto en lengua inglesa:

«Si tengo dificultades al trabajar en un problema, me echo en la cama con una libreta abierta y un bolígrafo y simplemente escribo mis pensamientos acerca de ello mientras me viene el sueño, y algunas veces también justo después de despertarme.

Parte de lo que garabateo no tiene ningún sentido, pero en ocasiones adquiero una mirada totalmente nueva sobre mi problema».

EN RESUMEN

- Usa el modo concentrado para a empezar a tratar con los conceptos y los problemas de ciencias y matemáticas.
- Tras tu primer trabajo duro en modo concentrado, deja que el modo difuso tome el relevo. ¡Relájate y haz algo distinto!
- Cuando aparece la frustración, es el momento de centrar tu atención en otra cosa y dejar que el modo difuso empiece a trabajar en segundo plano.
- El trabajo en matemáticas y ciencias es mejor en pequeñas dosis: un poco cada día. Esto da a ambos modos, el difuso y el concentrado, el tiempo que necesitan para actuar y para que puedas entender lo que estás aprendiendo. Así es como se construyen estructuras neuronales sólidas.
- Si la tendencia al aplazamiento es un problema, intenta poner un temporizador de veinticinco minutos y concentrarte intensamente en tu tarea sin permitir que te aparten de ella ni mensajes de texto, ni páginas de internet, ni otras distracciones atractivas.
- Hay dos sistemas de memoria principales:
  a) La memoria de trabajo, como un malabarista que solo puede mantener cuatro cosas en el aire.
  b) La memoria a largo plazo, como un almacén que puede contener grandes cantidades de material, pero necesita visitas ocasionales para que los recuerdos se mantengan accesibles.
- El repaso espaciado ayuda a trasladar los recuerdos de la memoria de trabajo a la de largo plazo.
- El sueño es una parte crítica del proceso de aprendizaje. Te ayuda a: a) Hacer las conexiones neuronales necesarias para los procesos normales de pensamiento. Por eso es tan importante dormir la noche antes de un examen.
  b) Resolver problemas difíciles y hallar el significado de lo que estás aprendiendo.
  c) Reforzar y ensayar las partes importantes de lo que estás aprendiendo y eliminar trivialidades.

PÁRATE A PENSAR

Levántate y tómate un pequeño descanso: ve a beber un vaso de agua o a comer algo, o haz como si fueras un electrón y orbita una mesa cercana. Mientras caminas, comprueba cuánto puedes recordar de las ideas principales de este capítulo.

POTENCIA TU APRENDIZAJE

1. Nombra algunas actividades que te parezcan útiles para cambiar del modo concentrado al modo difuso.

2. A veces puedes tener la certidumbre de que has explorado nuevos enfoques para analizar un problema, cuando en realidad no lo has hecho. ¿Qué puedes hacer para adquirir consciencia más activamente de tus procesos de pensamiento y que eso te ayude a estar abierto a otras posibilidades? ¿Deberías mantenerte siempre abierto a nuevas posibilidades?

3. ¿Por qué es importante usar el autocontrol para obligarte a ti mismo a dejar de hacer algo? ¿Puedes pensar en situaciones fuera del ámbito de los estudios en las que esta habilidad también podría ser importante?

4. Cuando estás aprendiendo nuevos conceptos, te interesa repasar el material de estudio antes de que pase un día para que los cambios iniciales que has hecho en tu cerebro no se desvanezcan. Pero tu mente a menudo se preocupa de otras cuestiones: es fácil dejar pasar varios días antes de volver al mismo material de estudio. ¿Qué tipo de plan de acción podrías desarrollar para asegurarte de que repasas adecuadamente un material nuevo e importante?

LOS CONSEJOS DEL NEUROPSICÓLOGO ROBERT BILDER SOBRE LA CREATIVIDAD



Robert Bilder… haciéndolo sin más en Makapu’u, Hawái.

El profesor de psiquiatría Robert Bilder es el director del Centro Tennenbaum de Biología de la Creatividad, de la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA). Dirige la iniciativa Mind Well [Piensa bien] para potenciar el logro creativo y el bienestar psicológico de los estudiantes, del personal de administración y servicios y del profesorado de UCLA.

Las investigaciones en biología de la creatividad sugieren varios ingredientes que todos nosotros podemos añadir a nuestras propias recetas para el éxito. El número uno es el factor Nike: *Just do it*! («¡hazlo sin más!»).

• En la creatividad, los números cantan: el mejor indicador de cuántas obras creativas producimos en nuestra vida es... el número de obras que producimos. A veces me parece un tormento dar el paso y exponer mi trabajo a otras personas, pero cada vez que lo hago resulta beneficioso.
• Afrontar el miedo: tras dar una charla en la sede principal de Facebook me dieron un cartel de motivación con la frase: «¿Qué harías si no tuvieras miedo?». Intento mirarlo cada día, y me propongo hacer algo valiente a diario. ¿Qué es lo que temes? ¡No permitas que te detenga!
• Las rectificaciones son inevitables: si no te gusta el resultado, ¡vuelve a empezar!
• La crítica nos hace mejores: al exponer nuestro trabajo a otros, y al exteriorizarlo de modo que podamos inspeccionarlo nosotros mismos, adquirimos una claridad y una

perspectiva únicas y desarrollamos planes nuevos y mejorados para la siguiente versión.

- Ten disposición para la discrepancia. Hay una correlación negativa entre el nivel de creatividad y la tendencia al acuerdo, de modo que las personas más discrepantes tienden a ser las más creativas. Cuando recuerdo las pocas veces en las que descubrí algo novedoso, fue porque cuestioné las respuestas ya existentes. Por eso creo que avanzamos en el camino creativo siempre que remontamos un problema hasta sus fuentes y cuestionamos nuestras propias suposiciones (junto a las de otros); después ¡vuelta a empezar!

4

CREA BLOQUES Y EVITA LA COMPETENCIA ILUSORIA

Claves para convertirte en un «susurrador de ecuaciones»

Solomon Shereshevsky llamó la atención de su jefe por primera vez porque era perezoso. O así lo creía su superior.

Solomon era un periodista. En aquel tiempo, a mediados de la década de 1920, en la Unión Soviética, ser un periodista quería decir explicar lo que te decían que explicaras, ni más ni menos. Se asignaban tareas diarias, detallando a quién ver, en qué dirección y qué información obtener. El editor jefe veía que todos tomaban notas. Es decir, todos excepto Solomon Shereshevsky, según empezó a darse cuenta. Curioso, el editor le preguntó qué estaba pasando.

Solomon se sorprendió: ¿por qué debería tomar notas —preguntó— si podía recordar cualquier cosa que hubiera oído? Junto con su respuesta, Solomon repitió parte de las instrucciones de aquella mañana, palabra por palabra. Y se sorprendió porque pensaba que todo el mundo tenía una memoria como la suya. Perfecta. Imborrable.[1]

¿No te gustaría tener el don de una memoria así?

En realidad, probablemente no. Porque junto a su extraordinaria memoria, Solomon tenía un problema. En este capítulo hablaremos de cuál es exactamente ese inconveniente: está relacionado a la vez con la comprensión y la memoria.

¿QUÉ OCURRE CUANDO CENTRAS TU ATENCIÓN EN ALGO?

En el último capítulo aprendimos algo acerca de esa irritante situación en la que te bloqueas en una sola manera de enfocar un asunto y no puedes volver atrás para verlo de otras formas más fáciles y mejores: el Einstellung. En otras palabras, la atención concentrada a menudo puede ayudar a resolver problemas, pero también puede provocarlos cuando bloquea tu capacidad de ver nuevas soluciones.

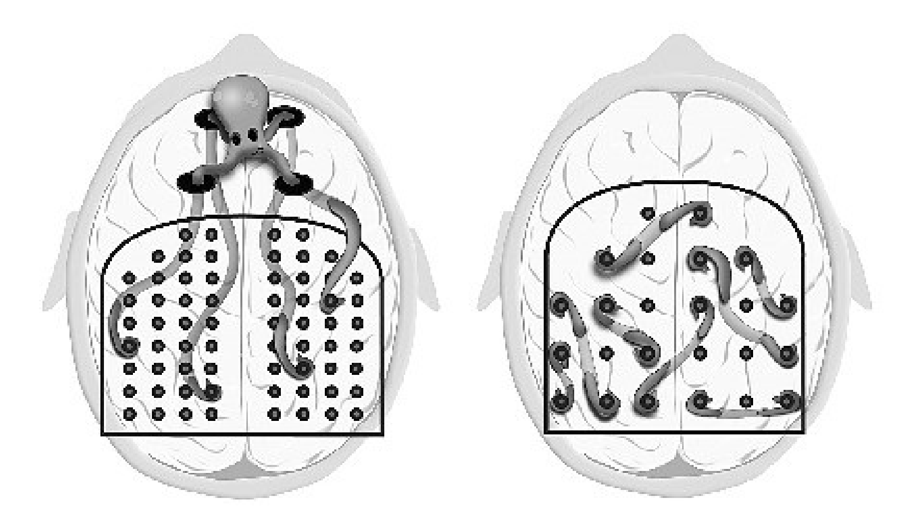
Cuando centras tu atención en algo, tu pulpo atencional tiende sus tentáculos neuronales para conectar distintas partes del cerebro. ¿Te estás fijando en una forma geométrica? Si es así, un tentáculo de la consciencia va del tálamo al lóbulo occipital, a la vez que otro alcanza la superficie rugosa de la corteza cerebral. ¿El resultado? Un susurro, una sensación de redondez.

¿O te estás fijando en un color? El tentáculo atencional del lóbulo occipital se mueve ligeramente y aparece una sensación de verdor.

Más conexiones de tentáculos. Te das cuenta de que estás mirando un tipo particular de manzana: una Granny Smith. ¡Qué hambre!

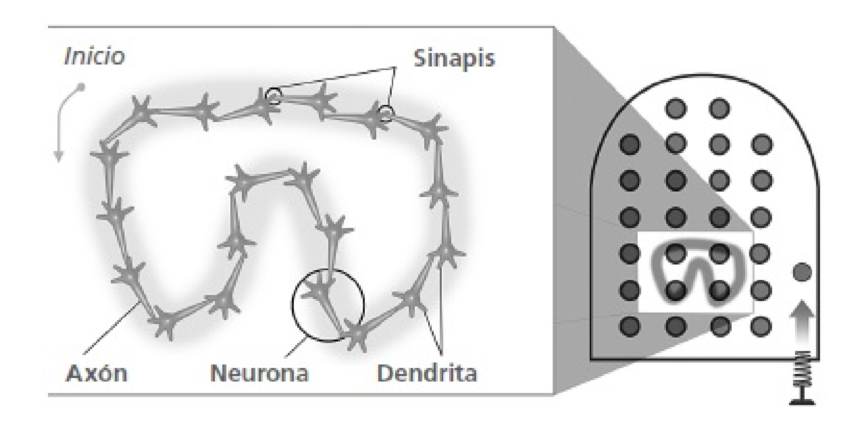
Centrar tu atención para conectar partes del cerebro es un aspecto importante del modo de aprendizaje concentrado. Pero resulta interesante el hecho de que, cuando estás estresado, tu pulpo atencional pierde la capacidad de hacer algunas de esas conexiones. Por eso tu cerebro no parece funcionar bien cuando estás enfadado, estresado, o asustado.[2]

Digamos que quieres aprender a hablar inglés. Si eres un niño en un hogar de habla inglesa, aprender el idioma es tan natural como respirar. Tu madre dice *mom*, y tú se lo repites como un loro. Tus neuronas se activan y enlazan en un reluciente bucle mental, fortaleciendo la relación entre el sonido «mom» y el rostro sonriente de tu madre. Ese dinámico bucle neuronal es una traza de memoria, conectada, por supuesto, a muchas otras trazas de memoria relacionadas.



El pulpo de tu atención concentrada (izquierda) pasa sus tentáculos por las cuatro casillas de tu memoria de trabajo para conectar deliberadamente los rebotadores neuronales de tu cerebro concentrado. El modo difuso (derecha) tiene sus rebotadores más separados. Este modo consiste en un loco batiburrillo de conexiones potenciales.

Los mejores programas de enseñanza de idiomas, como el del Instituto de Idiomas del Departamento de Defensa de Estados Unidos, donde aprendí ruso, incorporan una práctica estructurada que incluye mucha repetición y aprendizaje memorístico en modo concentrado, junto a la libre expresión, más difusa, con hablantes nativos. La finalidad es que adquieras las palabras y pautas básicas, de modo que puedas hablar tan libre y creativamente en el nuevo idioma como lo haces en el tuyo.[3]



La imagen izquierda simboliza las conexiones compactas cuando se forma un bloque de memoria: las neuronas que se activan simultáneamente se conectan entre sí. La imagen de la derecha muestra la misma pauta en el la máquina del millón simbólica de tu mente. Una traza de memoria como esta es fácil recordarla cuando la necesitas.

La práctica concentrada y la repetición, la creación de trazas de memoria, también están en lo más íntimo de un golpe impecable con el palo de golf, el vuelco de una tortilla por un chef experimentado o un tiro libre de baloncesto. En la danza, hay un largo recorrido entre la pirueta poco diestra del aprendiz y la gracilidad coreográfica de un bailarín profesional. Pero ese camino hacia la experiencia se construye poco a poco. Los pequeños giros y movimientos memorizados se incorporan a interpretaciones creativas de mayor escala.

¿QUÉ ES UN BLOQUE DE MEMORIA? EL PROBLEMA DE SOLOMON

La extraordinaria memoria de Solomon Shereshevsky venía acompañada de una sorprendente desventaja. Sus trazas de memoria por separado eran tan gráficas y emotivas, tan ricas en asociaciones, que interferían en su capacidad para unirlas y crear bloques conceptuales. En otras palabras, no podía ver el bosque porque la imagen de cada uno de los árboles era demasiado vívida.

Los bloques de memoria son piezas de información que se unen mediante el significado. Puedes tomar las letras *z*, *a* y *s* y juntarlas en un bloque conceptual fácil de recordar, la expresión *zas*. Es como comprimir un fichero de ordenador demasiado grande en un fichero .zip. Bajo ese simple bloque *zas* hay una sinfonía de neuronas que han aprendido a sincronizarse. La compleja actividad neuronal que une nuestros bloques de pensamiento, abstractos y simplificadores, pertenezcan a acrónimos, a ideas o a conceptos, es fundamental para la ciencia, la literatura y el arte.

Tomemos un ejemplo. A principios del siglo xx, el investigador alemán Alfred Wegener estaba trabajando en su teoría de la deriva continental. Analizando

mapas y sopesando la información que había obtenido de sus estudios y exploraciones, se dio cuenta de que las distintas masas continentales encajaban como las piezas de un rompecabezas. La similitud de rocas y fósiles entre las masas continentales reforzaba el encaje. Una vez reunidas las pistas, estaba claro que todos los continentes estuvieron una vez, mucho tiempo atrás, unidos en una sola masa terrestre. A lo largo del tiempo, la masa se había partido y las partes se habían alejado para formar los continentes separados por océanos que vemos hoy.

¡La deriva continental! ¡Uau: qué gran descubrimiento!

Pero si Solomon Shereshevsky hubiera leído esta misma historia sobre el descubrimiento de la deriva continental, no la habría entendido. Aunque hubiera sido capaz de repetir cada palabra individual del relato, el concepto le habría resultado muy difícil de comprender, pues era incapaz de juntar sus trazas de memoria individuales para crear bloques conceptuales.

Resulta, pues, que **uno de los primeros pasos para adquirir experiencia en ciencias y matemáticas es la creación de bloques conceptuales:** saltos en la mente que unen retazos individuales de información a través del significado.[4] Formar bloques con la información que recibes facilita que tu cerebro funcione con más eficiencia. Una vez has creado un bloque para una idea o concepto, no necesitas recordar todos los pequeños detalles subyacentes: ya tienes la idea principal, el grupo, y eso es suficiente.

Es como vestirse por la mañana. Normalmente solo piensas en un simple «me vestiré». Pero resulta sorprendente cuando te das cuenta del complejo remolino de actividades que tienen lugar bajo ese bloque de pensamiento tan simple.

Entonces, cuando estás estudiando *mates* y ciencias, ¿cómo formas un bloque?

PASOS BÁSICOS PARA FORMAR UN BLOQUE

Los bloques relacionados con conceptos y procedimientos distintos pueden

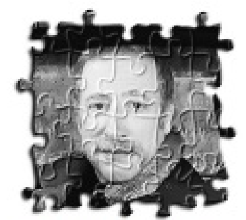
formarse de muchas maneras diferentes. A menudo es bastante fácil. Por ejemplo, has organizado un segmento simple cuando has captado la idea de la deriva continental. Pero como este libro trata del aprendizaje de las matemáticas y de las ciencias en general, no de la geología en particular, vamos a tomar como nuestro bloque ilustrativo inicial la capacidad para comprender cierto tipo de problema matemático o científico y de trabajar en él.

Cuando estás aprendiendo nuevos materiales de matemáticas y ciencias, casi siempre te dan problemas de muestra con soluciones detalladas. Se hace así porque cuando estás intentando entender por primera vez cómo resolver un enigma, tienes una gran carga cognitiva: entonces resulta útil empezar por un ejemplo explicado en detalle. Es como usar un GPS cuando conduces por carreteras poco familiares en medio de la noche. La mayor parte de los detalles de la solución desarrollada está ahí, y tu tarea es simplemente comprender el porqué de los pasos que se toman. Eso puede ayudarte a ver los rasgos más importantes y los principios fundamentales de un problema.

A algunos profesores no les gusta dar a sus alumnos problemas resueltos o exámenes antiguos, porque piensan que les ponen las cosas demasiado fáciles. Pero hay abundantes pruebas de que tener acceso a ese tipo de recursos ayuda a que los estudiantes aprendan con más profundidad.[5] La preocupación principal acerca de usar ejemplos con soluciones detalladas es que puede resultar muy fácil fijarse demasiado en por qué funciona un paso individual y no en la relación entre los pasos, es decir, por qué ese paso en particular debería ser el siguiente. Así que cuando hablo de seguir una solución detallada ten presente que no me estoy refiriendo a usar plantillas o moldes sin pensar, obedeciendo instrucciones ciegamente. Se parece más a utilizar una guía para informarte cuando viajas a un lugar nuevo. Presta atención a lo que tienes alrededor cuando llevas el manual, y pronto podrás hacer el recorrido por tu cuenta. Incluso empezarás a pensar nuevos recorridos que el libro no te muestra.







Cuando te fijas por primera vez en un concepto científico o matemático nuevo para ti, a veces no tiene demasiado sentido, como ilustran las piezas de rompecabezas arriba a la izquierda. La simple memorización de un hecho (centro) sin comprensión o contexto no te ayuda a comprenderlo realmente; o a entender cómo encaja el concepto con los demás que estás aprendiendo: observa que la pieza del centro no tiene los bordes típicos de las piezas de rompecabezas, por lo que no facilita la conexión con otros fragmentos. La creación de bloques (derecha) es el salto mental que te ayuda a unir retazos de información a través del significado. El nuevo bloque lógico es más fácil de recordar, y también es más sencillo colocarlo en el marco general de lo que estás aprendiendo.

1. **El primer paso para crear un bloque, pues, es simplemente centrar tu atención en la información con la que quieres crearlo.**[6] Si la televisión está funcionando, o estás comprobando el móvil o el correo electrónico cada pocos minutos, entonces tendrás dificultades para crear un bloque porque tu cerebro no se está centrando realmente. Cuando empiezas a aprender algo por primera vez, estás creando nuevas pautas neuronales y conectándolas con otras ya existentes que están repartidas por varias áreas del cerebro.[7] Los tentáculos de tu pulpo no pueden establecer conexiones demasiado bien si algunos de ellos están distraídos con otros pensamientos.

2. **El segundo paso es entender la idea básica que estás intentando convertir en bloque**, ya sea comprender un concepto como la deriva continental, la idea de que la fuerza es proporcional a la masa, el principio económico de la oferta y la demanda o un tipo particular de problema matemático. Aunque este paso de la comprensión básica (sintetizar el núcleo de lo que es importante) era un obstáculo para Solomon Shereshevsky, la mayoría de estudiantes dan con estas ideas principales de manera natural. O, por lo menos, pueden captar esas ideas si permiten que los modos de pensamiento concentrado y difuso se vayan alternando para ayudarles a entender las cosas.

   La comprensión es como un superpegamento que ayuda a mantener unidas las trazas de memoria subyacentes. Crea huellas amplias que pueden contener a otras y que llevan hasta muchas más.[8] ¿Puedes crear un bloque sin comprenderlo? Sí, pero no tendrá utilidad, no encajará con el resto de lo que estás aprendiendo.

   Dicho esto, es importante darse cuenta de que la mera comprensión de cómo se resolvió un problema no necesariamente crea un bloque que después pueda recordarse fácilmente. ¡*No* confundas el «¡ajá!» de

un avance en la comprensión con la experiencia consolidada! (En parte, por eso puedes entender una idea cuando el profesor la presenta en clase. Pero si no la revisas poco después de aprenderla por primera vez, puede parecer incomprensible cuando llega el momento de prepararse para un examen.) Cerrar el libro y ponerte a prueba con los problemas también te servirá para acelerar el aprendizaje en esta fase.

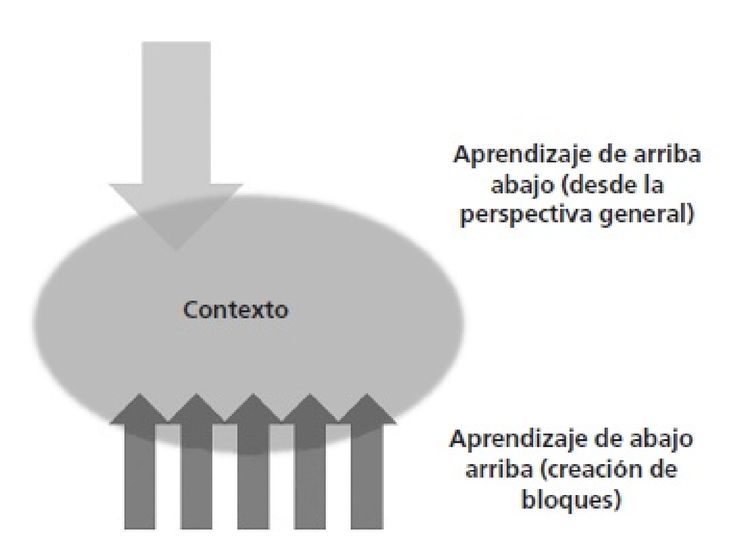
3. **El tercer paso en la creación de bloques es adquirir contexto para que veas no solo cómo, sino también cuándo debes usar un bloque.** El contexto significa ir más allá del problema inicial y tener una visión más amplia, repitiendo y practicando con problemas relacionados y también no relacionados, para ver cuándo debes usar un bloque pero también cuándo no. Esto te ayuda a ver cómo encaja tu nuevo bloque en la perspectiva general. En otras palabras, puedes tener una herramienta en tu caja de estrategias, pero si no sabes cuándo usarla, no te irá demasiado bien. En definitiva, es la práctica lo que te ayuda a ampliar las redes de neuronas conectadas a tu bloque, asegurando que esté firme y también que sea accesible desde varias rutas distintas.

   Hay bloques relacionados con conceptos y con procedimientos que se refuerzan mutuamente. Resolver muchos problemas matemáticos da una oportunidad de aprender por qué el procedimiento funciona como lo hace o simplemente por qué funciona. Entender el concepto subyacente facilita que puedas detectar errores cuando los cometes. (Créeme, vas a equivocarte, y eso es bueno.) También hace mucho más fácil que puedas aplicar tus conocimientos a problemas nuevos, un fenómeno llamado *transferencia*. Después hablaremos más de ella.

Como puedes ver en la siguiente ilustración «de arriba abajo y de abajo arriba», el aprendizaje ocurre de dos maneras. Hay un proceso de creación de bloques, de abajo arriba, en el que la práctica y la repetición pueden ayudarte a construir y fortalecer cada bloque, de modo que puedas acceder fácilmente a él cuando lo necesites. Y hay un proceso desde la perspectiva general, de arriba abajo, que te ayuda a ver dónde encaja lo que estás aprendiendo.[9] Ambos procesos son vitales para adquirir el dominio de la materia estudiada. El contexto es el lugar donde se encuentran el aprendizaje de abajo arriba y de arriba abajo. Para aclararnos, en la creación de bloques aprendes cómo usar una determinada técnica para resolver problemas. El contexto significa aprender cuándo debe usarse aquella técnica en lugar de otra.

Esos son los pasos esenciales para crear un bloque y hacerlo encajar en una perspectiva conceptual más amplia de lo que estás aprendiendo.

Pero hay más.



Tanto el aprendizaje de arriba abajo, desde la perspectiva general, como la creación de bloques de abajo arriba son importantes para convertirse en un experto en matemáticas y ciencias.

AHORA ME PONGO A DORMIR

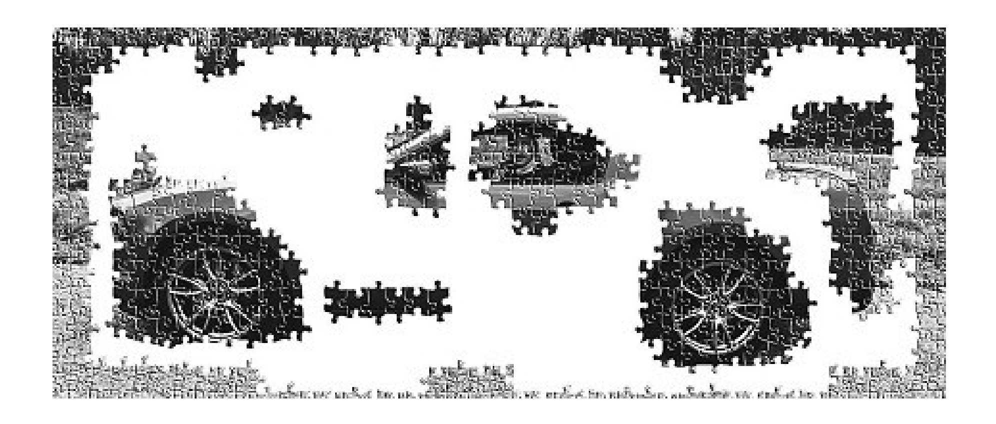
A mis alumnos les digo que interiorizar los fundamentos de la contabilidad es como interiorizar la mecanografía. De hecho, mientras estoy escribiendo esto, no estoy pensando en el acto de teclear, sino en formular mis pensamientos: la pulsación sale de forma natural. Mi mantra al final de cada clase es decir a los estudiantes que miren las reglas de débito y crédito así como la ecuación de contabilidad justo antes de acostarse por la noche. Que sean las últimas cosas que se repiten a sí mismos antes de dormirse. Bueno, salvo la meditación o las plegarias, ¡claro!

DEBRA GASSNER DRAGONE, *profesora de Contabilidad, Universidad de Delaware*

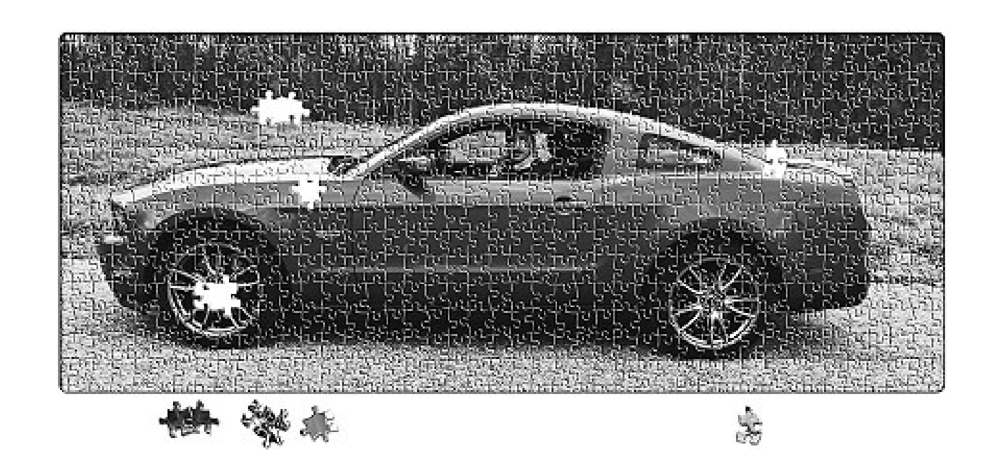
COMPETENCIA ILUSORIA Y LA IMPORTANCIA DE LA REMEMORACIÓN

Intentar recordar el material que estás aprendiendo, o sea, practicar la rememoración, es mucho más efectivo que la mera relectura.[10] El psicólogo

Jeffrey Karpicke y sus colegas han demostrado que muchos estudiantes experimentan una sensación ilusoria de competencia cuando están estudiando. La mayoría de estudiantes, halló Karpicke, «leen repetidamente sus apuntes o su libro de texto (pese a los limitados beneficios de esta estrategia), pero relativamente pocos practican la autoevaluación o la rememoración cuando están estudiando».[11] Cuando tienes el libro (¡o Google!) abierto justo ante ti, tienes la ilusión de que los conocimientos también están en tu cerebro. Pero no lo están. Como resulta más fácil mirar el libro que recordar lo que dice, los estudiantes persisten en su espejismo, y estudian de un modo mucho menos productivo.



Echar una ojeada a un capítulo o escuchar una lección muy bien organizada puede ayudar a que te hagas una idea de la perspectiva general y, por lo tanto, a que sepas dónde poner los bloques que estás construyendo. Aprende los conceptos o puntos principales en primer lugar: los buenos profesores y los buenos libros suelen presentarlos sintetizados, en forma de resúmenes al final de cada capítulo, diagramas de flujo, tablas o mapas conceptuales. Una vez hecho esto, rellena los detalles. Incluso si unas cuantas piezas están ausentes al final de tus estudios, todavía puedes ver la perspectiva general.



Por eso, claro está, la mera voluntad de aprender algo —y de dedicarle mucho tiempo— no garantiza que realmente lo aprendas. Como indica Alan Baddeley, un reconocido psicólogo y experto en la memoria: «**La intención de aprender es útil solo si conduce al uso de buenas estrategias de aprendizaje**».[12]

Puede sorprenderte saber que el marcador fluorescente y el subrayado deben usarse con cuidado. Si no, pueden resultar ineficaces o incluso engañosos. Es como si poner una mano en la cabeza te hiciera creer que has puesto el concepto en tu cerebro. Cuando uses el rotulador, entrénate para buscar las ideas principales antes de hacer las marcas, y haz las mínimas posible: no más de una frase por cada párrafo.[13] Las palabras o anotaciones en el margen que sintetizan conceptos clave son una buena idea.[14]

Usar la rememoración, la recuperación mental de las ideas clave, preferiblemente a la relectura pasiva, hará que tu tiempo de estudio sea más concentrado y efectivo. La relectura de textos solo parece ser efectiva si dejas pasar tiempo entre las relecturas, de modo que se convierte más bien en un ejercicio de repaso espaciado.[15]

Otro consejo es que al trabajar en los problemas de matemáticas y ciencias siempre debes usar tus propios medios. Algunos libros de texto incluyen las soluciones al final, pero solo deberías mirarlas para comprobar tu solución. Así podrás asegurarte de que el material se afiance en tu mente y de hacerlo mucho más accesible cuando realmente lo necesites. Por eso los profesores insisten

tanto en que muestres tus cálculos e indiques tus razonamientos en los exámenes y los deberes. Hacerlo te obliga a pensar en cómo se resuelven los problemas y te proporciona una autoevaluación de tu comprensión. Esta información adicional sobre tu pensamiento también da más ocasiones para que los examinadores puedan hacer comentarios útiles.

No esperes demasiado para la práctica de la rememoración, o tendrás que empezar a reforzar el concepto desde cero cada vez. Intenta volver a lo que estás aprendiendo antes de que pase un día, especialmente si es nuevo y representa un reto. Por eso muchos profesores recomiendan que, a ser posible, reescribas tus apuntes el mismo día de la clase. Ello ayuda a consolidar los bloques recién formados y revela los fallos en tu comprensión, aquellos errores que a los profesores les encanta poner en evidencia al examinarte. Tener los fallos localizados es, por supuesto, el primer paso para corregirlos.

Una vez has aprendido algo, el tiempo entre los repasos para refrescar puedes ampliarlo de semanas a meses, y con el tiempo los conocimientos llegan a hacerse casi permanentes. (Al volver a Rusia con motivo de una visita, por ejemplo, me enfadé con un taxista poco escrupuloso. Para mi sorpresa, me salieron palabras que no había usado o en las que no había pensado durante veinticinco años: ¡ni siquiera había sido consciente de que sabía aquellas palabras!)

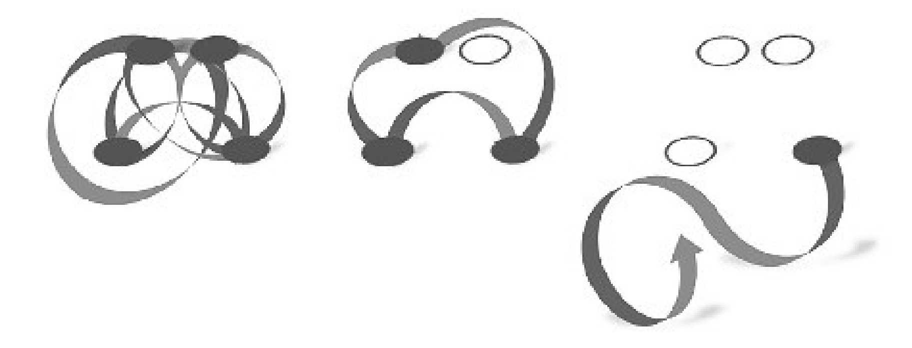
HAZ DEL CONOCIMIENTO ALGO NATURAL

La diferencia entre entender un concepto en clase y ser capaz de aplicarlo a un problema físico genuino es la diferencia entre un simple estudiante y un científico o un ingeniero plenamente formados. La única manera que conozco de dar ese salto es trabajar con el concepto hasta que se vuelve algo natural para ti, de modo que puedes empezar a utilizarlo como una herramienta.

THOMAS DAY, *profesor de Ingeniería de Sonido,*

¡Después hablaremos de aplicaciones para móviles y programas informáticos que pueden ser útiles para el aprendizaje. Pero, por ahora, vale la pena comentar que hay sistemas de tarjetas de aprendizaje virtuales, como Anki, que llevan incorporado el tiempo de repaso espaciado idóneo para optimizar el ritmo de comprensión de nuevas materias.

Una manera de ver este tipo de aprendizaje y rememoración se muestra en la siguiente ilustración de la memoria de trabajo. Como hemos mencionado con anterioridad, la memoria de trabajo tiene aproximadamente cuatro casillas.



Cuando estás creando un bloque conceptual por primera vez, sus partes preexistentes consumen toda tu memoria de trabajo, como se ilustra a la izquierda. Cuando empieces a crear el bloque, sentirás que se conecta con más facilidad y suavidad en tu mente, como puede verse en el centro. Una vez el bloque conceptual está creado, como se muestra a la derecha, solo ocupa una casilla en la memoria de trabajo. Al mismo tiempo se convierte en una tira suave que es fácil de seguir y de usar para hacer nuevas conexiones. El resto de tu memoria de trabajo queda libre. Esa tira de material convertido en bloque ha aumentado, en cierto sentido, la cantidad de información disponible para tu memoria de trabajo, como si la casilla fuera un hiperenlace conectado a una gran página web.[16]

Cuando aprendes por primera vez a resolver un problema, toda tu memoria de trabajo está involucrada en el proceso, como muestra el caótico embrollo de conexiones entre los cuatro casilleros, a la izquierda. Pero cuando adquieres algo

de familiaridad con el concepto o el método que estás aprendiendo y lo tienes encapsulado en un solo bloque, es como si tuvieras un suave lazo de pensamiento, representado a la derecha. La creación de bloques, que hace intervenir la memoria a largo plazo, libera el resto de la memoria de trabajo para que procese otras informaciones. Siempre que quieras, puedes desplazar aquel lazo (bloque) desde la memoria a largo plazo hasta la de trabajo y seguir la corriente, haciendo nuevas conexiones con facilidad.

¡AHORA TÚ!

Comprender la competencia ilusoria

Los anagramas son reordenaciones de letras que convierten una palabra o frase en otra. Digamos que tienes la frase en inglés: *Me, radium ace*. ¿Puedes reordenarla para obtener el nombre de una famosa y honorable física?[17] Puede que necesites pensarlo un rato. Pero si vieras la solución en esta misma página, tu inmediata sensación de «¡Ajá!» te haría pensar que tus habilidades para resolver anagramas son mejores de lo que son en realidad.

De modo similar, a menudo los estudiantes creen erróneamente que están aprendiendo sin tener que hacer nada más que releer el material de estudio que tienen delante. Tienen una competencia ilusoria porque la solución ya está allí.[18]

Escoge algún concepto matemático o científico de tus apuntes o de alguna página del libro de texto. Léelo, luego

aparta la mirada y comprueba qué eres capaz de recordar. Estás a la vez haciendo memoria y aumentando tu comprensión de lo que recuerdas. Entonces vuelve a mirar, relee el concepto e inténtalo de nuevo.

Al final, probablemente te sorprenderá ver lo mucho que este simple ejercicio de rememoración te ha ayudado a mejorar tu comprensión del concepto.

Ahora puedes entender por qué es crucial que seas tú quien resuelva los

problemas, no quienquiera que fuese quien escribió el apartado de soluciones. Si estudias un ejercicio mirando tan solo la solución, y te dices: «Ah, sí, ya veo por qué hacen eso», entonces el hallazgo no es realmente tuyo: no has hecho casi nada para entretejer los conceptos en tu neurocircuito subyacente. Echar un vistazo a la solución sin más y pensar que la has entendido de verdad por ti mismo es una de las formas más comunes de competencia ilusoria en el aprendizaje.

Si tienes que dominar una materia lo bastante bien para rendir en los exámenes y pensar creativamente, la información debe persistir en tu memoria.[19] La capacidad de combinar bloques de nuevas maneras está en la base de muchas innovaciones históricas. Steven Johnson, en su brillante libro *Where Good Ideas Come From* [De donde vienen las buenas ideas], describe la «intuición lenta»: la suave mezcla de procesos concentrados y difusos, durante años, que ha resultado en alcances creativos como la teoría evolutiva de Darwin o la creación de la World Wide Web.[20] La clave de la intuición lenta es simplemente tener acceso mental a varios aspectos de una idea. De ese modo, algunas facetas se pueden combinar tentativa y aleatoriamente con otras hasta que, tarde o temprano, puede aparecer algo bellamente novedoso.[21]

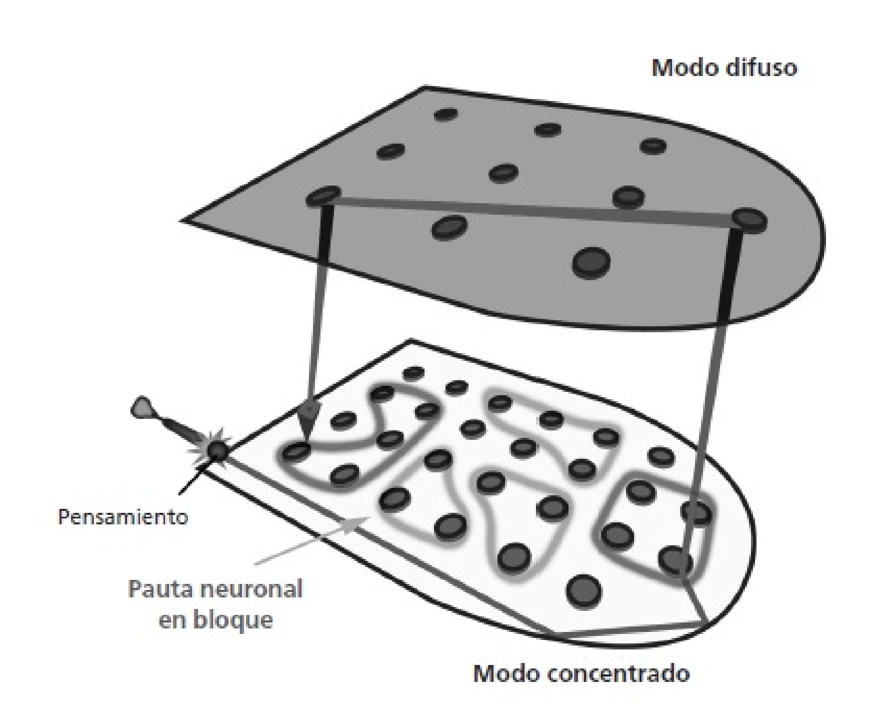
Bill Gates y otros líderes de la industria, como indica Johnson, interrumpían temporalmente los períodos de estudio prolongados, hasta una semana, para mantener muchas y variadas ideas en la cabeza al mismo tiempo. Ello propiciaba su propio pensamiento innovador al permitir que ideas frescas en la mente y todavía no olvidadas trabajasen conjuntamente. (En este punto, una nota al margen importante es que una diferencia crucial entre los científicos creativos y los técnicamente competentes pero poco imaginativos es su amplitud de intereses.)[22]

Cuanto más grande sea tu biblioteca mental de bloques, tanto más serás capaz de resolver problemas fácilmente. También, al adquirir mayor experiencia con los segmentos, verás que eres capaz de crearlos cada vez más grandes: los lazos son mayores.

Puedes pensar que hay tantos problemas y conceptos en un solo capítulo de la materia científica que estás estudiando que ¡no hay manera de tratar con todos! Aquí es donde entra la **ley de la serendipia: la señora Fortuna favorece a quien lo intenta.**[23]

Simplemente concéntrate en cualquier sección que estés estudiando. Verás que, una vez hayas puesto el primer problema o concepto en tu biblioteca, cualquiera que sea, entonces la segunda noción entrará algo más fácilmente. Y la tercera, todavía más. No es que todo sea inmediato, pero sí se torna más fácil.

Al construir una biblioteca de bloques, estás entrenando tu cerebro para reconocer no solo un problema específico, sino distintos tipos y clases de problemas de modo que puedas saber automáticamente cómo resolver con rapidez aquello que te encuentres. Empezarás a ver pautas que te simplificarán la resolución de problemas y pronto podrás comprobar que distintas técnicas de inferencia asoman a tu memoria. Antes de los exámenes parciales o finales, tu mente podrá tener dichas técnicas a punto para ser utilizadas.



Si tienes una biblioteca de conceptos y soluciones interiorizada como pautas en bloque, puedes saltar más fácilmente hasta la solución correcta de un problema escuchando los susurros de tu modo difuso. El modo difuso también puede ayudarte a conectar dos o más bloques de nuevas maneras para resolver problemas inusuales.

Hay dos maneras de resolver problemas: la primera, mediante razonamiento secuencial, paso a paso; y la segunda, mediante una intuición más holística. El pensamiento secuencial, donde cada pequeño paso conduce deliberadamente hacia la solución, involucra el modo concentrado. La intuición, por otro lado, a menudo parece necesitar el enlace creativo, en modo difuso, de varios pensamientos de modo concentrado aparentemente distintos.

Los problemas más difíciles se resuelven mediante la intuición, porque hacen un salto más allá de aquello con lo que estás familiarizado.[24] Recuerda que la manera semialeatoria en la que el modo difuso crea las conexiones significa que las soluciones que aporta deberían ser cuidadosamente verificadas usando el modo concentrado. ¡Los consejos de la intuición no siempre son acertados![25]

¡AHORA TÚ!

Qué hacer si algo no te entra

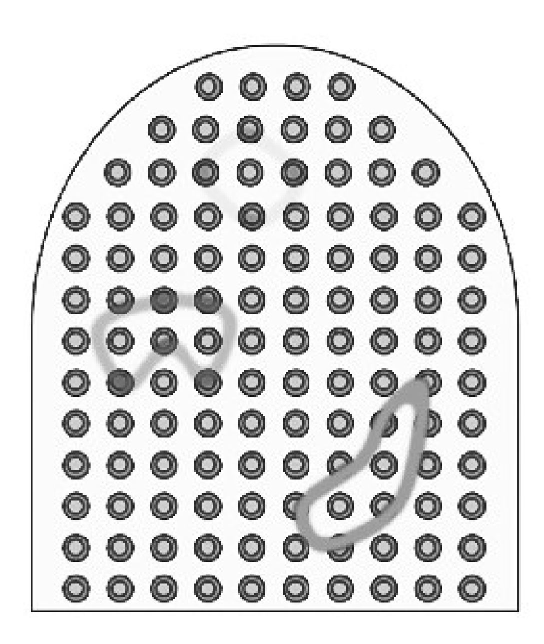
Si no entiendes un método explicado en clase, párate y retrocede. Consulta en Internet quién dio con el método por primera vez o quiénes fueron los primeros en usarlo. Intenta comprender cómo llegó a su idea el inventor que lo creó y por qué se aplica dicha idea: a menudo podrás hallar una explicación simple que te aclare por qué se enseña un método y porqué puede interesarte usarlo.

LA PRÁCTICA CONDUCE A LA PERMANENCIA

Ya he mencionado que solo entender las cosas no suele bastar para crear un bloque. Puedes hacerte una idea de lo que quiero decir mirando la imagen del cerebro que se muestra a continuación. Los bloques que aparecen (como lazos) en realidad solo son trazas de memoria extendidas que han surgido porque has

entretejido una comprensión. Un bloque, en otras palabras, es simplemente una traza de memoria más compleja. En la parte superior hay un tenue bloque. Es lo que empieza a formarse cuando has entendido un concepto o problema y lo has practicado solo una o dos veces. En medio, la pauta es más oscura. Es el patrón neuronal más fuerte que resulta de la acumulación de práctica y de ver el bloque en más contextos. En la parte inferior, el segmento es muy oscuro. Ahora tienes un bloque sólido que está firmemente incorporado a la memoria a largo plazo.

Dicho sea de paso, es importante fortalecer una pauta inicial de aprendizaje antes de que transcurra un día desde que has empezado a formarla por primera vez. Si no lo refuerzas, el patrón puede desvanecerse rápidamente. Después hablaremos más de la importancia del repaso espaciado en el aprendizaje. También puede reforzarse un proceso malo si se resuelven los mismos problemas una y otra vez de un modo erróneo. Por eso es tan importante hacer comprobaciones. Incluso obtener la respuesta correcta puede desorientarte ocasionalmente si la consigues mediante un procedimiento incorrecto.



Resolver problemas científicos y matemáticos es como tocar una pieza al piano.
Cuanto más practicas, más firmes, gruesas y fuertes se vuelven tus pautas mentales.

LA IMPORTANCIA DE CREAR BLOQUES

Las matemáticas se pueden comprimir sorprendentemente: puede que estés mucho tiempo esforzándote, paso a paso, trabajando en un mismo proceso o concepto desde varios puntos de vista. Pero una vez lo entiendes realmente y tienes la perspectiva mental para verlo como un todo, a menudo hay una compresión mental tremenda. Puedes archivarlo, recordarlo rápida y completamente cuando lo necesites, y usarlo como un paso individual en algún otro proceso mental. La revelación que llega con esa compresión[d] es uno de los auténticos placeres de las matemáticas.[26]

WILLIAM THURSTON, *ganador de la Medalla Fields, el premio más destacado que concede la Unión Matemática Internacional*

La pega de la repetición y la práctica, fundamentales para la creación mental de bloques sólidos, es que pueden ser aburridas. Todavía peor, en las manos de un mal instructor, como mi viejo profesor de matemáticas, el señor Cascarrabias, la práctica se puede convertir en un implacable instrumento de tortura. Sin embargo, pese a su mal uso ocasional, es decisiva. Todo el mundo sabe que no puedes aprender eficazmente los bloques de pautas del ajedrez, el lenguaje, la música, la danza o casi cualquier cosa de interés, sin la repetición. Los buenos instructores saben explicar por qué el entrenamiento y la repetición valen el esfuerzo.

En definitiva, tanto el enfoque basado en la creación de bloques desde abajo como el que se fundamenta en la perspectiva general desde arriba son vitales si tienes que convertirte en un experto en alguna materia. Nos encanta la creatividad y la idea de ser capaces de aprender contemplando la perspectiva general. Pero no puedes aprender matemáticas o ciencias sin incluir también una saludable dosis de práctica y repetición que ayuden a construir los bloques que serán la base de tu experiencia.[27]

Investigaciones publicadas por la revista *Science* proporcionan pruebas sólidas en este sentido.[28] Unos estudiantes estudiaron un texto científico y después

rememoraron tanta información como fueron capaces. Entonces volvieron a estudiar el texto y a recordarlo (es decir, a intentar reproducir las ideas clave) una vez más.

¿Los resultados?

En la misma cantidad de tiempo, simplemente practicando la lectura y rememoración del material, los estudiantes aprendieron mucho más y a un nivel mucho más profundo que con cualquier otro enfoque, incluyendo la simple relectura del texto unas cuantas veces o el trazado de mapas conceptuales que supuestamente enriquecían las relaciones presentes en los materiales estudiados. Este aprendizaje mejorado se produce tanto si los estudiantes se someten a un examen formalmente como si se autoevalúan de manera informal.

Esto refuerza una idea a la cual ya hemos aludido. Cuando rememoramos un conocimiento, no somos robots descerebrados: el mismo proceso de recuperación potencia el aprendizaje profundo y nos ayuda a empezar a formar bloques.[29] Para los investigadores fue todavía más sorprendente la predicción hecha por los propios estudiantes de que la simple lectura y rememoración de los materiales no sería la mejor manera de aprender. Pensaban que trazar mapas conceptuales (dibujar diagramas que muestran las relaciones entre conceptos) sería lo mejor. Pero si intentas construir conexiones entre bloques antes de que los bloques básicos estén entretejidos en el cerebro, las cosas no funcionan tan bien. Es como intentar aprender estrategias avanzadas de ajedrez antes de tener nociones básicas de cómo se mueven las piezas.[30]

Practicar con los problemas y conceptos de matemáticas y ciencias en una variedad de situaciones te ayuda a construir bloques: pautas neuronales sólidas de valor profundo, conceptual.[31] El hecho es que, al aprender cualquier nueva habilidad o disciplina, necesitas mucha práctica variada en distintos contextos. Esto ayuda a construir las pautas neuronales que necesitas para hacer de la nueva habilidad una parte confortable de tu manera de pensar.

TEN LO QUE HAS APRENDIDO EN LA PUNTA DE LA LENGUA

Casualmente, he usado muchas de las técnicas de aprendizaje descritas en este libro. Durante la carrera estudié química y física y quedé fascinado por las deducciones. Adquirí el hábito de hacer todos los problemas del libro. Como resultado, mi cerebro quedó «cableado» para resolver problemas. Hacia el final del semestre podía mirar un ejercicio y saber casi inmediatamente cómo resolverlo. Sugiero esta estrategia a mis alumnos de ciencias en particular, pero también a los no científicos. También les hablo de la necesidad de estudiar cada día. No necesariamente mucho rato sino lo suficiente para tener lo aprendido en la punta de la lengua. Les pongo el ejemplo de ser bilingüe. Cuando voy a Francia a trabajar, mi francés tarda unos días en recuperarse, pero luego todo marcha bien. Cuando vuelvo a Estados Unidos y algún estudiante o colega me pregunta algo en mi primer o segundo día tras la vuelta, ¡tengo que esforzarme para recordar las palabras en inglés! Cuando practicas cada día la información está justo ahí: no tienes que esforzarte para recordarla.

ROBERT R. GAMACHE, *vicepresidente asociado de asuntos académicos y estudiantiles, y relaciones internacionales, Universidad de Massachusetts, Lowell*

REMEMORAR LA ASIGNATURA FUERA DE TU LUGAR DE ESTUDIO HABITUAL: EL VALOR DE CAMINAR

Hacer algo físicamente activo es especialmente útil cuando tienes dificultades para captar una idea clave. Como ya se ha mencionado, hay abundantes relatos sobre avances científicos innovadores que ocurrieron cuando sus autores iban caminando.[32]

Además, practicar la rememoración cuando estás fuera de tu lugar de estudio habitual ayuda a reforzar la comprensión del material al verlo desde una perspectiva diferente. A veces las personas, cuando se examinan en una sala con un aspecto distinto al del espacio donde suelen estudiar, quedan desprovistas de algunos recordatorios subconscientes habituales. Si piensas en la asignatura mientras te encuentras en entornos físicos diversos, ganas independencia

respecto a los recordatorios presentes en cada ubicación, lo cual te ayuda a evitar el problema de que la sala de examen sea distinta a la de estudio donde realizaste el aprendizaje originalmente.[33]

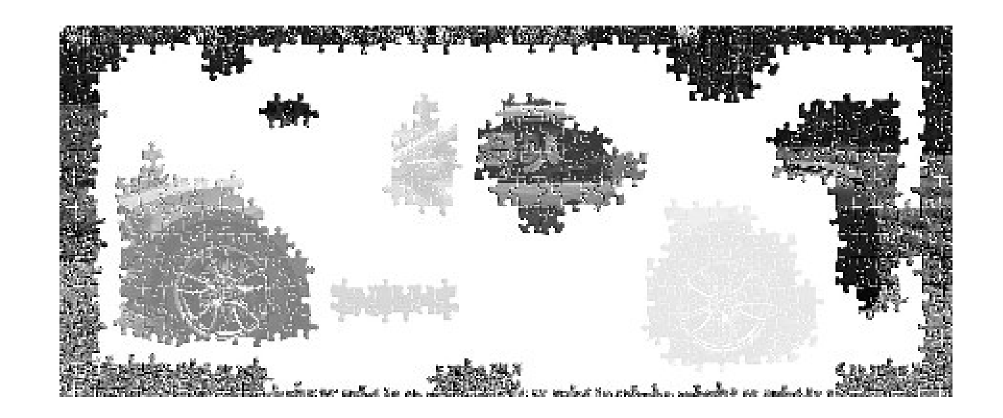
Interiorizar conceptos científicos y matemáticos puede ser más fácil que memorizar una lista de palabras del vocabulario chino o acordes de guitarra. Al fin y al cabo, tienes el problema ahí y él mismo se revela, explicándote lo que tienes que hacer a continuación. En este sentido, resolver problemas matemáticos y científicos es como bailar. Al danzar, el ritmo de tu cuerpo anticipa el siguiente movimiento.

Distintos tipos de problemas tienen diferentes escalas de tiempo de repaso que son específicas según tu propio ritmo y estilo de aprendizaje.[34] Y por supuesto, tienes otras obligaciones en la vida aparte de aprender una materia en particular. Tienes que priorizar lo que eres capaz de hacer, sin olvidar que también debes programar algo de tiempo libre para que tu modo difuso entre en juego. ¿Cuánto puedes interiorizar de un tirón? Depende: cada persona es diferente. Pero aquí está la auténtica belleza de incorporar las soluciones de problemas científicos y matemáticos. Cuanto más lo haces, más fácil se vuelve, y más útil resulta.

ORGANIZA, CREA BLOQUES Y TRIUNFA

Lo primero que hago siempre con los estudiantes que tienen dificultades es pedirles que me dejen ver cómo organizan sus apuntes de clase y sus sesiones de lectura. A menudo dedicamos la mayor parte de nuestro primer encuentro a revisar las maneras en las que pueden organizar o crear bloques con su información, y no a que yo les explique los conceptos. La semana siguiente les recibo de nuevo con su material ya reordenado, y quedan sorprendidos por el aumento de su retentiva.

DR. JASON DECHANT, *jefe de estudios, Desarrollo y Promoción de la Salud, Escuela de Enfermería, Universidad de Pittsburgh*



Si no practicas con tus bloques en fase de crecimiento, es más difícil formar la perspectiva general: simplemente, las piezas son demasiado tenues.

INTERCALACIÓN VERSUS SOBREAPRENDIZAJE

Una última pista importante para llegar a convertirse en un susurrador de ecuaciones es el intercalado.[35] Intercalar significa practicar mediante una mezcla de problemas de distinto tipo que requieren estrategias distintas.

Cuando estás aprendiendo un nuevo enfoque para resolver problemas, ya sea de tu profesor o de un libro, tiendes a aprender la nueva técnica y después a practicarla una y otra vez durante la misma sesión de estudio. Continuar con ello cuando ya se ha adquirido una buena comprensión se llama «sobreaprendizaje». Puede tener su utilidad: ayudar a conseguir un automatismo que es importante cuando estás ejecutando un servicio en el juego de tenis o interpretando un concierto de piano a la perfección. Pero ten cuidado con el sobreaprendizaje repetitivo en una misma sesión si se trata de asimilar matemáticas y ciencias: las investigaciones han demostrado que puede ser una pérdida del valioso tiempo de aprendizaje.[36] (En cambio, repasar el enfoque mezclado con otros enfoques durante una sesión posterior está muy bien.)

En resumen, pues, una vez has captado la idea básica durante una sesión, continuar insistiendo en ella no necesariamente fortalece el tipo de conexiones de la memoria a largo plazo que quieres reforzar. Todavía peor, concentrarse en

una sola técnica es un poco como aprender carpintería practicando únicamente con un martillo. Tras un tiempo, crees que puedes arreglarlo todo con él.[37]

La realidad es que dominar una nueva materia significa aprender a seleccionar y usar la técnica apropiada para cada problema. La única manera de asimilar eso es practicando con problemas que necesitan distintas técnicas. Una vez has captado la idea básica de una técnica durante tu sesión de estudio (algo así como aprender a ir en bicicleta con ruedecitas de apoyo), empieza a intercalar tu práctica con problemas de distintos tipos.[38] A veces esto puede ser un poco duro. Una sección determinada de un libro, por ejemplo, puede estar dedicada a una técnica específica, de modo que al llegar a ella ya sabes qué técnica vas a usar.[39] Incluso así, haz lo que puedas para mezclar tu aprendizaje. Puede resultarte útil echar un vistazo por anticipado a las listas de problemas, más variados, que a menudo se hallan al final de cada capítulo. O puedes intentar averiguar por ti mismo por qué algunos problemas requieren una determinada técnica en lugar de otra. **Te conviene acostumbrar tu cerebro a la idea de que no basta solo con saber cómo aplicar una técnica particular para resolver problemas: también tienes que saber cuándo hacerlo.**

Plantéate la posibilidad de crear unas tarjetas de cartulina con el enunciado del problema en una cara, y las preguntas y los pasos de la solución en la otra. Así, puedes mezclar las tarjetas fácilmente y encontrarte con una variedad de técnicas tomadas al azar y que debes rememorar. Al principio, puedes sentarte a tu mesa o escritorio y comprobar qué parte de la solución puedes escribir en una hoja en blanco sin mirar el reverso de la tarjeta. Después, cuando tu dominio sea más certero, puedes repasar tus fichas en cualquier lugar, incluso estando de paseo. Usa el enunciado inicial como recordatorio de los pasos de la solución, y da la vuelta a la tarjeta si es necesario para comprobar que ya los tienes memorizados. Básicamente estás reforzando un nuevo bloque. Otra idea es abrir el libro por una página al azar y trabajar en un problema, evitando en lo posible mirar el resto.

FAVORECER EL INTERCALADO FRENTE AL SOBREAPRENDIZAJE

El psicólogo Doug Rohrer, de la Universidad de Florida del Sur, ha hecho una considerable cantidad de investigaciones acerca del sobreaprendizaje y el intercalado en las matemáticas y las ciencias. Subraya:

«Muchas personas creen que el sobreaprendizaje consiste en estudiar o practicar hasta alcanzar la maestría. Sin embargo, en la literatura de investigación el sobreaprendizaje se refiere a una estrategia en la cual el estudiante continúa estudiando o practicando inmediatamente después de que se cumpla cierto criterio. Un ejemplo podría ser resolver correctamente un problema matemático de algún tipo y luego continuar trabajando en varios problemas más del mismo tipo. Aunque insistir en más ejercicios del mismo rango (en lugar de menos) a menudo incrementa el rendimiento en el siguiente examen, hacer consecutivamente demasiados problemas del mismo tipo proporciona cada vez menos beneficios.

»En clase y en todas partes, los estudiantes deberían maximizar la cantidad de aprendizaje por unidad de tiempo dedicado a estudiar o practicar: es decir, deberían sacarle todo el jugo a la naranja. ¿Cómo pueden lograrlo? La literatura científica proporciona una respuesta inequívoca: más que dedicar una sesión larga al estudio o la práctica de una misma noción o habilidad, dando lugar al sobreaprendizaje, los estudiantes deberían repartir su esfuerzo entre varias sesiones más cortas. Ello no significa que las sesiones de estudio largas sean necesariamente una mala idea. Están bien siempre que los estudiantes no dediquen demasiado tiempo a una misma noción o habilidad. Una vez han entendido x, deberían pasar a otra cosa y volver a x otro día».[40]

Es mejor anotar la solución inicial —o el diagrama, o el concepto— a mano. Hay pruebas de que escribir a mano ayuda a introducir las ideas en la mente más fácilmente que si se usa un teclado.[41] Además, puede resultar más fácil escribir símbolos como ∑ u Ω a mano que buscar sus combinaciones de teclas (a menos que uses los símbolos lo bastante a menudo para memorizar las combinaciones).[42] Sin embargo, si quieres tomar una foto o escanear el enunciado y tu solución escrita a mano para guardarla en el móvil o el

ordenador, eso también funcionará. Ten cuidado: una forma común de competencia ilusoria es continuar practicando una técnica que conoces, simplemente porque es fácil y sienta bien resolver problemas con éxito. Puedes intercalar tus temas de estudio, por ejemplo haciendo un autoexamen para repasar los apuntes y los problemas de varios capítulos. A veces puede parecer que eso hace el aprendizaje más difícil, pero en realidad te ayuda a interiorizar de un modo más profundo.

EVITA LAS SOLUCIONES POR IMITACIÓN: ALTERNA LOS ENGRANAJES MENTALES

Cuando los estudiantes hacen los deberes, a menudo se encuentran con una ristra de diez problemas idénticos. Tras el segundo o tercer ejercicio, ya no están pensando, sino imitando lo que han hecho en la prueba anterior. Yo les digo que, cuando hagan los deberes de la sección 9.4, tras resolver unos pocos problemas, retrocedan y hagan un problema de la sección 9.3, después un par más de la 9.4, y luego uno de la 9.1. Eso les dará práctica para cambiar los engranajes mentales del mismo modo que necesitarán alternarlos durante el examen.

También creo que demasiados estudiantes hacen los deberes solo para terminarlos. Acaban un problema, comprueban su respuesta en el solucionario, sonríen, y pasan al siguiente. Yo les sugiero que añadan un paso entre la sonrisa y el ejercicio siguiente, planteándose esta pregunta: ¿Cómo sabría que debo resolver la prueba de esta manera si la viera en un examen, mezclada con otras, y no supiera de qué capítulo es? Los estudiantes tienen que pensar en cada problema de los deberes como una preparación para los exámenes y no como parte de una tarea que están intentando terminar.

MIKE ROSENTHAL, *profesor de Matemáticas,*
Universidad Internacional de Florida

EN RESUMEN

• La práctica ayuda a construir pautas neuronales fuertes: es decir, bloques conceptuales de comprensión.
• La práctica te da la fluidez y agilidad mental que necesitas para los exámenes.
• Los bloques se construyen mejor mediante:
  – La atención concentrada.
  – La comprensión de la idea básica.
  – La práctica para adquirir contexto en una perspectiva más general.
• La simple rememoración, intentar recordar los puntos clave sin mirar el texto, es una de las mejores maneras de apoyar el proceso de creación de bloques.



En cierto sentido, la rememoración ayuda a construir ganchos neuronales que pueden sostener tu pensamiento.

POTENCIA TU APRENDIZAJE

1. ¿Qué relación hay entre un bloque y una traza de memoria?

2. Piensa en un tema que te apasione. Describe un bloque perteneciente a dicho tema que al principio te resultó difícil de comprender pero ahora parece fácil.

3. ¿Cuál es la diferencia entre los enfoques descendente (de arriba abajo) y ascendente (de abajo arriba) del aprendizaje? ¿Es uno de ellos preferible al otro?

4. La comprensión ¿es suficiente para crear un bloque? Explica por qué o por qué no.

5. ¿Cuál es tu competencia ilusoria más común al estudiar? ¿Qué estrategia puedes usar para evitar esta

ilusión en el futuro?

PÁRATE A PENSAR

La próxima vez que estés con algún familiar, amigo o compañero de clase, explícale lo esencial de lo que has estado aprendiendo, ya sea de este libro o de algún curso al que asistas. Relatar lo que estás estudiando no solamente ayuda a alimentar y contagiar tu propio entusiasmo, sino que también clarifica y consolida las ideas en tu mente, de modo que las recordarás mejor en las semanas y meses venideros. Incluso si lo que estás estudiando es muy avanzado, simplificarlo de modo que puedas explicarlo a otros que no comparten tu trasfondo educativo puede ser sorprendentemente útil para desarrollar tu comprensión.

SUPERAR UN TRAUMATISMO CEREBRAL Y APRENDER A APRENDER: LA HISTORIA DE PAUL KRUCHKO



Paul Kruchko con su esposa y su hija, que le han aportado la motivación para transformar su vida.

«Crecí pobre, con muchos problemas en la familia. A duras penas me saqué el bachillerato. Después me alisté en el ejército, donde fui movilizado como soldado de

infantería en Irak. Mi vehículo fue alcanzado ocho de las doce veces que nuestro pelotón cayó en una emboscada con artefactos explosivos.

»Durante esta etapa, por una afortunada coincidencia, conocí a mi maravillosa esposa, lo que me convenció de que dejara el ejército y formara una familia. El problema era que no sabía qué hacer. Peor aún, tras volver a casa empecé a tener problemas de concentración, deficiencias cognitivas e irritabilidad que nunca había experimentado. En ocasiones apenas podía acabar una frase. Un tiempo después leí algo acerca de soldados que regresaban a casa tras estar en Irak o en Afganistán y tenían problemas a causa de traumatismos cerebrales no diagnosticados.

»Me apunté a un programa tecnológico de ingeniería electrónica e informática. La severidad de mi traumatismo era tal que al principio incluso tenía que esforzarme para entender las fracciones.

»Pero había una ventaja oculta: el aprendizaje afectaba de forma positiva a mi cerebro. Es como si la concentración mental, aunque muy difícil, estuviera reconfigurando mi mente y ayudando a mi cerebro a curarse. Este proceso me parecía análogo a la aplicación de esfuerzo físico en el gimnasio, donde la sangre es bombeada hacia los músculos para desarrollar fuerza. Con el tiempo mi mente se curó: me gradué con altos honores y obtuve un trabajo como técnico electrónico civil.

»Decidí volver a estudiar para obtener un título de ingeniería. Las matemáticas —especialmente el cálculo— son mucho más importantes en el estudio de la ingeniería que en la formación como técnico práctico. Llegado a este punto, mi falta de conocimientos matemáticos básicos empezó a pasarme factura.

»Entonces era ya un hombre casado, padre novel y trabajador a jornada completa. El reto no era solo la cognición básica, sino la gestión del tiempo. Solo tenía unas pocas horas cada día para aprender conceptos avanzados a un nivel mucho más profundo de lo que jamás había debido hacer. Solo tras tropezar unas cuantas veces (suspendí la asignatura de ecuaciones diferenciales, ¡ay!) empecé a enfocar el aprendizaje de una manera más estratégica.

»Cada semestre, pido un ejemplar del temario a mis profesores y empiezo a leer los libros de texto por lo menos dos o tres semanas antes del inicio de curso. Intento mantener una ventaja de un capítulo por lo menos respecto a la clase, aunque hacia la mitad del semestre eso suele ser imposible. Practicar resolviendo problemas —creando bloques— es clave. A lo largo de mi carrera como estudiante he desarrollado gradualmente las siguientes reglas, que me han permitido completar satisfactoriamente los cursos. Mi objetivo es una buena carrera que me permita mantener a mi familia. Estas técnicas me están ayudando a conseguirlo».

Las estrategias de Paul para estudiar con tiempo limitado:

1. **.Leer (sin hacer todavía) los deberes y exámenes o cuestionarios de muestra.**

«Con este paso inicial hago un precalentamiento para aprender nuevos conceptos: nuevos bloques».

2**. Repasar los apuntes de la asignatura** (y asistir a tantas clases como sea posible). «Una hora de clase vale como dos horas de lectura del libro de texto. Aprendo mucho más eficientemente si soy constante en la asistencia a clase y en la toma de apuntes detallados, no limitándome a mirar el reloj y a esperar a que acabe. Repaso mis apuntes el día siguiente mientras los contenidos están todavía frescos en mi mente. También he descubierto que treinta minutos con el profesor respondiendo preguntas pueden tener fácilmente el mismo valor que tres horas leyendo el libro de la asignatura».

3. **.Volver a trabajar en los problemas de ejemplo presentados en clase.** «Los ejercicios para practicar, ya fueran propuestos por el profesor o por el libro, nunca me resultaron de ayuda si no iban acompañados de las soluciones para aportar un contraste. Mediante los problemas de ejemplo ya tenía una solución paso a paso disponible si era necesaria. Volver a trabajar en ellos ayuda a consolidar los bloques. Cuando estudio, utilizo bolígrafos de distintos colores: azul, verde, rojo. Descubrí que eso me ayuda a concentrarme mejor en los apuntes; las cosas sobresalen más, en lugar de quedar mezcladas sobre la página como un confuso batiburrillo matemático inexplicable».

4.**. Hacer los deberes asignados y practicar con preguntas de exámenes y cuestionarios de muestra.** «Eso desarrolla los músculos de la memoria, bloques mentales asociados a la resolución de problemas de ciertos tipos».

5

EVITA EL APLAZAMIENTO

Aprovecha tus hábitos (zombis) como colaboradores

Durante siglos, el arsénico ha sido una opción popular entre los asesinos. Unas gotitas en tu tostada del desayuno te causaría una muerte dolorosa en menos de un día. Así que puedes imaginar la sorpresa en el 48º Encuentro de la Asociación Alemana de Artes y Ciencias, en el año 1875, cuando dos hombres se sentaron frente a la audiencia e ingirieron despreocupadamente más del doble de una dosis mortal de arsénico. Al día siguiente los «suicidas» volvieron a la conferencia, sonriendo y con aspecto saludable. Un análisis de orina demostró que no se trataba de un truco. Los hombres habían ingerido realmente el veneno.[1]

¿Cómo es posible tragarse algo tan dañino y seguir con vida, incluso con un aspecto saludable?

La respuesta tiene una curiosa relación con la tendencia al aplazamiento. Entender un poco la psicología cognitiva del aplazamiento, igual que comprender la química del veneno, nos puede ayudar a desarrollar sanas prevenciones.

En este capítulo y el siguiente, te explicaré la solución de los perezosos para combatir la tendencia a aplazar las cosas. Eso quiere decir que aprenderás algo acerca de tus zombis interiores: las respuestas rutinarias habituales en las que cae tu cerebro como reacción a ciertas situaciones. Estas respuestas zombis a menudo están enfocadas a mejorar el aquí y ahora. Como verás, puedes engañar a algunos de esos monstruos para que te ayuden a evitar el aplazamiento cuando

lo necesites (no toda moratoria es mala).[2] Entonces intercalaremos un capítulo donde vas a profundizar en tus habilidades para crear bloques, antes de volver a un último apartado resumen sobre el aplazamiento que proporciona pistas, trucos y herramientas tecnológicas útiles.

Lo primero es lo primero. A diferencia del aplazamiento, en el que es fácil caer, la fuerza de voluntad es difícil de invocar porque usa muchos recursos neuronales. Esto significa que lo último que quieres hacer para combatir el aplazamiento es ir por ahí esparciendo fuerza de voluntad como si fuera un ambientador barato. ¡No deberías malgastar fuerza de voluntad en el aplazamiento excepto cuando sea absolutamente necesario! Lo mejor, como verás, es que no lo necesitas.

DISTRACCIÓN Y APLAZAMIENTO

La tendencia al aplazamiento es uno de los mayores problemas de nuestra generación. Tenemos tantas distracciones... Siempre estoy pensando: «Antes de empezar los deberes, solo voy a comprobar mi Facebook, Twitter, Tumblr y el correo electrónico». Antes de darme cuenta, ya he malgastado por lo menos una hora. Incluso cuando finalmente empiezo con los deberes, tengo a la vista esas páginas web que me distraen.

Tengo que encontrar una manera de concentrarme solo en el estudio y en los deberes. Creo que depende mucho de mi entorno y del momento. No debería esperar hasta el último minuto para hacerlo todo.

Un estudiante de Cálculo

Veneno. Zombis. ¿Qué más se puede pedir?

Ah, sí: ¡está la experimentación! Toma ya: ¿qué podría ser más divertido?

APLAZAMIENTO E INCOMODIDAD

Imagínate qué dolor de músculos si tu preparación para una gran carrera fuera un primer entrenamiento la medianoche antes de tu primera maratón. Del mismo modo, no puedes competir en matemáticas y ciencias si solo haces un esfuerzo en el último minuto.

Para la mayoría de las personas, aprender matemáticas y ciencias depende de dos cosas: breves sesiones de estudio para colocar los ladrillos neuronales y tiempo en medio a fin de que el cemento mental se seque. Ello significa que dominar el aplazamiento, un problema terriblemente común para muchos estudiantes,[3] es particularmente importante entre los estudiantes de matemáticas y ciencias.

Aplazamos las cosas que nos hacen sentir incómodos.[4] Los estudios basados en imágenes del cerebro indican que las personas con fobia a las matemáticas, por ejemplo, parece que las evitan porque es como si el simple hecho de pensar en ellas les doliera. Los centros de dolor de sus cerebros se activan cuando se plantean hacer una tarea matemática.[5]

Pero hay algo importante que subrayar. Era la anticipación lo que dolía. Cuando los participantes en el estudio hicieron realmente la tarea matemática, el malestar desapareció. La experta en aplazamiento Rita Emmett explica: «El temor a hacer una tarea consume más tiempo y energía que la tarea en sí».[6]

Evitar algo doloroso parece sensato. Pero por desgracia, los efectos a largo plazo del aplazamiento habitual pueden ser terribles. Dejas de lado el estudio de las matemáticas, y todavía se vuelve más punzante pensar en estudiarlas. Aplazas la preparación para exámenes importantes y, el día de la verdad, fallas porque no has sentado la firme base neuronal que necesitas para sentirte cómodo con la materia. Tu oportunidad académica se evapora.

Quizá te encantaría una carrera científica, pero te rindes y emprendes otro camino. Explicas a los demás que no se te daban bien las *mates*, cuando en realidad te habías dejado vencer por la tendencia al aplazamiento.

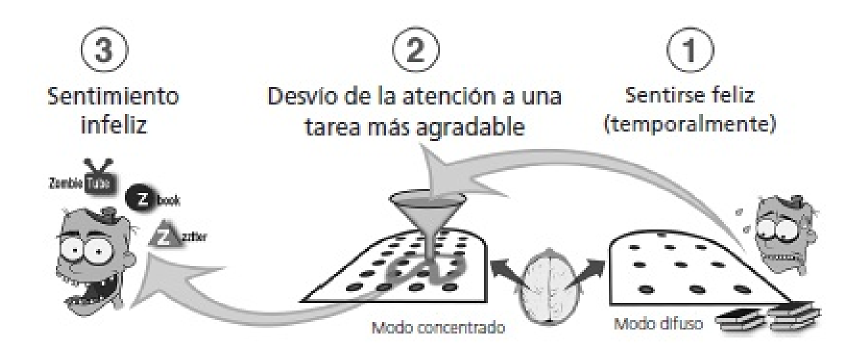
El aplazamiento es un mal hábito crucial, decididamente importante por sí solo.[7] Una conducta, en otras palabras, que influye en muchas áreas

importantes de tu vida. Cámbiala, y una miríada de otros cambios positivos empezarán a manifestarse gradualmente.

Y hay algo más, de importancia decisiva. Es fácil que te desagrade algo que no se te da bien. Pero podrás comprobar que cuanto mejor te vuelvas en algo, más lo disfrutarás.

CÓMO APLAZA LAS COSAS EL CEREBRO

Piiip piiip piiip... Son las diez de la mañana de un sábado, y el despertador te saca de un delicioso sueño. Una hora más tarde, finalmente, estás levantado, taza de café en mano, inclinado sobre los libros y el ordenador. Tienes la intención de estudiar el día entero para acabar todos los deberes de matemáticas que tienes que entregar el lunes. También tienes previsto empezar el trabajo de historia y echar un vistazo a aquella confusa parte del libro de química.



Miras tu libro de matemáticas. Notas un sutil, apenas detectable, ¡ay! Los centros de dolor de tu cerebro se activan cuando anticipas el momento de mirar las confusas gráficas y esa liosa verborrea. Realmente ahora mismo no quieres hacer deberes de matemáticas. El pensamiento de pasar las próximas horas estudiando *mates*, como habías planeado, hace que la idea de abrir el libro sea todavía menos agradable.

Trasladas tu atención del libro al ordenador portátil. Hummm, eso es otra cosa. No hay sensaciones dolorosas en ello, solo cierto placer al levantar la pantalla y comprobar los mensajes. Mira esa foto tan divertida que te ha enviado Jesse...

Dos horas más tarde, ni siquiera has empezado tus deberes de matemáticas.

Es una pauta de aplazamiento típica. Piensas en algo que no te gusta especialmente, y los centros de dolor de tu cerebro se activan. Así que trasladas tu atención a algo más agradable.[8] Eso hace que te sientas mejor, por lo menos temporalmente.

El aplazamiento es como una adicción. Aporta un estímulo temporal y alivio de una realidad aburrida. Es fácil engañarte a ti mismo creyendo que la mejor manera de aprovechar un momento cualquiera es buscar información en Internet en lugar de estudiar con el libro de texto o hacer los deberes. Empiezas a contarte cuentos. Por ejemplo, que la química orgánica requiere razonamiento espacial, tu punto débil, por lo que es normal que no se te dé bien. Te inventas excusas irracionales que suenan superficialmente razonables: «Si preparo un examen con demasiada antelación, voy a olvidarlo todo». (Marginas convenientemente los exámenes de *otras* asignaturas que también forman parte del programa y resulta imposible estudiarlo todo a la vez.)

Solo cuando el semestre se está acabando y pones en marcha un esfuerzo desesperado para preparar el examen final te das cuenta de que la verdadera razón por la que no rindes en química orgánica es que has estado aplazándola continuamente.

Los investigadores han descubierto que la moratoria incluso puede convertirse en un motivo de orgullo además de una excusa para el bajo rendimiento. «Empollé para el examen la noche antes, tras acabar el informe de laboratorio y asistir a una entrevista de trabajo. Claro que lo podría haber hecho mejor, pero con tantas cosas pendientes ¿qué se puede esperar?».[9] Incluso cuando las personas trabajan duro en sus estudios, a veces les gusta presumir de haber

estudiado a última hora, aunque no sea verdad, para chulear: «Anoche, por fin, logré empollar para el examen parcial».

Como cualquier hábito, el aplazamiento es algo en lo que simplemente caes. Recibes el estímulo para demorar algo y sin pensarlo te relajas con tu confortable respuesta de dejarlo para más tarde. Con el tiempo, tu respuesta habitual —de tipo zombi— que te da aquellas dosis temporales de placer puede minar gradualmente tu confianza en ti mismo, dejándote sin ningún deseo de aprender a trabajar eficazmente. Los aplazadores tienen más estrés, peor salud y peores notas.[10] Con el paso del tiempo, el hábito puede quedar enraizado. En ese punto, rectificarlo se antoja imposible.[11]

EL CAMBIO ES POSIBLE

Yo solía aplazar las cosas, pero he cambiado. Tuve una asignatura en el instituto que realmente me ayudó a ponerme las pilas. El profesor nos asignaba deberes, a menudo y en cantidad, sobre historia de Estados Unidos. Aprendí a hacer las tareas de una en una. He descubierto que si tengo la sensación de haber conseguido algo, es más fácil seguir adelante y en la buena dirección.

PAULA MEERSCHAERT, *estudiante de primer curso de Escritura Creativa*

Ocasionalmente, puedes quedarte una noche entera estudiando y conseguir una nota aceptable. Incluso puedes experimentar una especie de subidón cuando has terminado. Tal como ocurre con las apuestas, esta victoria menor puede actuar como una recompensa que te incite a arriesgarte con más aplazamientos en el futuro. Incluso puedes empezar a pensar que la moratoria es una característica innata: un rasgo que es parte de ti tanto como tu altura o el color de tu pelo.

Después de todo, si la tendencia al aplazamiento fuera fácil de rectificar, ¿no lo habrías hecho ya?

Sin embargo, cuanto más avanzas en ciencias y matemáticas, más importante es tomar el control de la demora. Los hábitos que habían funcionado anteriormente pueden volverse contra ti. Lo que te explicaré en los próximos capítulos es cómo puedes adquirir el dominio de tus hábitos. Eres tú el que debes tomar tus decisiones, no tus hábitos, bienintencionados pero irreflexivos zombis. Como verás, las estrategias para combatir el aplazamiento son simples, aunque no resultan obvias intuitivamente.

Volvamos a la historia que abrió este capítulo. Los consumidores de arsénico empezaron con pequeñas dosis del veneno. En cantidades moderadas, el arsénico no parece dañino. Incluso se puede cultivar cierta inmunidad a sus efectos. Eso puede permitir la ingestión de grandes dosis y aparentar buena salud incluso cuando la toxina está incrementando lentamente el riesgo de cáncer y dañando los órganos.

De un modo similar, los aplazadores empiezan saltándose pequeñas cosas. Lo hacen una y otra vez, acostumbrándose gradualmente a ello. Incluso pueden aparentar buena salud. Pero ¿y los efectos a largo plazo?

No son tan buenos.

PASO A PASO SE LLEGA LEJOS

Cuando un estudiante se queja de que ha suspendido y me dice que había estudiado diez horas consecutivas el día antes del examen, yo le contesto: «Por eso has suspendido». Cuando el alumno me mira incrédulo, le digo: «Tendrías que haberlo hecho un poco cada día».

RICHARD NADEL, *profesor de Matemáticas, Universidad Internacional de Florida, Miami, Florida*

EN RESUMEN

- Aplazamos las cosas que nos hacen sentir incómodos. Pero lo que nos conforta por un tiempo no es necesariamente bueno para nosotros a largo plazo.
- El aplazamiento puede ser como ingerir pequeñas cantidades de veneno. Puede no parecer dañino en un momento dado. Pero los efectos a largo plazo resultarán muy perjudiciales.

PÁRATE A PENSAR

En el capítulo 4 aprendimos que puede resultar útil rememorar el material de estudio cuando estás en una ubicación físicamente distinta de aquella donde lo aprendiste en origen. Eso te ayuda a adquirir independencia de los estímulos asociados a un lugar concreto. Después podrás comprobar que piensas más cómodamente acerca del material sin importar dónde estés, lo cual suele ser importante cuando haces un examen.

Prueba este concepto ahora. ¿Cuáles eran las ideas principales de este capítulo? Puedes rememorarlas en el lugar donde estás sentado ahora, pero luego intenta recordarlas otra vez en una habitación distinta o, incluso mejor, cuando estés en el exterior.

POTENCIA TU APRENDIZAJE

1. Los hábitos de aplazamiento, ¿han tenido consecuencias en tu vida? Si es así, ¿cómo?

2. ¿Qué clase de justificaciones has oído de otras personas en el caso de que aplacen sus cosas? ¿Detectas los fallos en algunas de esos argumentos? ¿Qué fallos hay en tus propias excusas del aplazamiento?

3. Haz una lista de cosas concretas que podrías hacer y que te ayudarían a controlar los hábitos de aplazamiento sin tener que contar demasiado con la fuerza de voluntad.

¡BUSCA ACTIVAMENTE BUENOS CONSEJOS! SUGERENCIAS DE NORMAN FORTENBERRY, DESTACADO EXPERTO EN LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA



«Cuando estaba en mi primer año de universidad, ya sabía que quería ser ingeniero, así que me matriculé en Cálculo con Aplicaciones en lugar de la asignatura habitual de Cálculo que cursaron la mayoría de mis compañeros. Fue un error. Muchos de los alumnos de dicha asignatura ya habían hecho cálculo en el instituto y estaban ampliando su base de conocimientos. Por lo tanto yo tenía una desventaja competitiva.

»De modo todavía más decisivo, pues había muchos menos estudiantes en la versión que estaba cursando yo, tenía menos compañeros de estudio potenciales. A diferencia del instituto, en la universidad no hay incentivos (ciertamente hay inconvenientes) para ir por cuenta propia. Los profesores de ingeniería, un terreno donde el trabajo en equipo es un rasgo profesional importante, a menudo suponen que estás colaborando con otros y asignan los deberes de acuerdo con ello. Conseguí un notable, pero me quedé con la sensación de que mi comprensión conceptual e intuitiva de los fundamentos del cálculo y de las asignaturas subsiguientes que dependían de él era inadecuada. Estudié mucho por mi cuenta para apañármelas justo a tiempo con las partes de cálculo de las siguientes asignaturas. Pero eso me costó mucho tiempo que podría haber dedicado a otros objetivos.

»Soy afortunado por haber podido acabar la carrera y obtener un título en Ingeniería Mecánica, y con el apoyo y la guía de algunos compañeros y de mi profesor tutor, continuar tras licenciarme hasta obtener un doctorado en Ingeniería Mecánica. Pero una lección a tener en cuenta, a partir de todo esto, es que debes consultar con tus compañeros y profesores en busca de buenos consejos cuando tengas que escoger las asignaturas. Su sabiduría colectiva te ayudará mucho».

6

ZOMBIS POR TODAS PARTES

Profundiza en la comprensión del hábito de aplazamiento

En el revelador libro *The Power of Habit* [El poder del hábito], el autor Charles Duhigg describe a un alma en pena, Lisa Allen, una mujer de mediana edad que siempre había tenido problemas con su peso, que había empezado a beber y a fumar a los dieciséis años, y cuyo marido la había dejado por otra mujer. Ningún empleo le duraba más de un año y tenía muchas deudas.

Pero en un período de cuatro años, Lisa le dio completamente la vuelta a su vida. Perdió treinta kilos de peso, se puso a trabajar en un máster, dejó la bebida y el tabaco, y se puso tan en forma que corrió una maratón.

Para entender cómo Lisa hizo esos cambios, tenemos que entender el hábito.

Los automatismos pueden ser buenos y malos. La rutina, sin ir más lejos, es simplemente lo que ocurre cuando nuestro cerebro pone en marcha un modo zombi preprogramado. Probablemente no te sorprenderá saber que hay una íntima relación entre el hábito y los bloques, esas pautas neuronales automáticamente conectadas que resultan de la práctica frecuente.[1] **La rutina nos ayuda a ahorrar energía. Nos permite liberar la mente para otro tipo de actividades.** Un ejemplo de ello es aparcar el coche en un espacio reducido. La primera vez que lo haces estás extremadamente atento. Te asalta un torrente de información y la tarea parece casi imposible. Pero aprendes deprisa a crear bloques con esa información de modo que, sin darte cuenta, te basta con pensar: «Allá voy», y ya estás aparcando el coche. Tu cerebro entra en una especie de

modo zombi, en el que no es plenamente consciente de todo lo que está haciendo.

Entras en estos modos de hábitos zombis mucho más a menudo de lo que podrías pensar. Esta es la clave de los automatismos: no piensas de una manera concentrada sobre lo que estás haciendo mientras sigues una costumbre. Así ahorras energía.

Las acciones habituales tienen distintas duraciones. Pueden ser breves: intervalos de pocos segundos en los que sonríes distraídamente a alguien que pasa por tu lado o te miras las uñas para ver si están limpias. Los hábitos también pueden tomar más tiempo: por ejemplo, si vas a hacer deporte o si miras la televisión durante unas horas tras llegar a casa después del trabajo.

Los hábitos tienen cuatro partes:

1. **El estímulo**: es el disparador que te pone en «modo zombi». El estímulo puede ser algo tan simple como ver un recordatorio en tu agenda (¡es hora de empezar los deberes para la próxima semana!) o leer un mensaje de texto de un amigo (¡es hora de divertirse!). Un estímulo por sí mismo no es ni útil ni dañino. Lo que importa es la rutina, lo que hacemos como reacción automática al estímulo.

2. **La rutina**: este es tu modo zombi, la respuesta habitual a la que el cerebro está acostumbrado cuando recibe un estímulo. Las réplicas de tipo zombi pueden ser inofensivas, útiles o, en el peor de los casos, tan destructivas que desafían al sentido común.

3. **La recompensa**: los hábitos se desarrollan y se mantienen porque nos compensan, nos otorgan una pizca de placer. El aplazamiento es un hábito fácil de desarrollar porque la recompensa, trasladar tu atención a algo más agradable, llega rápidamente. Pero los buenos hábitos también pueden ser premiados. Encontrar maneras de gratificar los buenos hábitos de estudio en ciencia y matemáticas es vital para escapar de la tendencia al aplazamiento.

4. **La creencia**: los hábitos tienen poder por tu fe en ellos. Por ejemplo, quizá creas que nunca serás capaz de cambiar tu costumbre de aplazar el tiempo de estudio hasta el final del día. Para cambiar la rutina tendrás que modificar tu creencia subyacente.

A menudo me encuentro con que, cuando no puedo obligarme a empezar algo, si

> voy a correr un rato o a hacer alguna otra actividad, después empezar es mucho más fácil.
>
> KATHERINE FOLK, *estudiante de primer curso de Ingeniería Industrial y de Sistemas*

TOMA LAS RIENDAS DE TUS HÁBITOS (TUS ZOMBIS) PARA QUE TE AYUDEN

En esta sección vamos a entrar en los detalles específicos sobre cómo tomar las riendas del poder de tus hábitos zombis para que te ayuden a evitar el aplazamiento, a la vez que minimizas el consumo de fuerza de voluntad. No quieres hacer un cambio a gran escala de los viejos hábitos. Solo quieres modificarlos en parte y desarrollar otros nuevos. El truco para modificar una rutina es buscar el punto débil: tu reacción al estímulo. El único punto en donde tendrás que aplicar fuerza de voluntad es en el cambio de tu reacción al estímulo.

Para entender eso, será útil repasar los cuatro componentes del hábito y analizarlos de nuevo desde la perspectiva del aplazamiento.

1. **El estímulo**: identifica qué te hace entrar en tu modo zombi de aplazamiento. Los estímulos suelen caer en una de las siguientes categorías: lugar, momento, cómo te sientes, reacciones ante otras personas, o algo que acaba de ocurrir.[2] ¿Buscas algo en Internet y te encuentras navegando por otras páginas web? ¿Te distrae un mensaje de texto y te cuesta diez minutos volver al orden de las cosas incluso persiguiendo el deseo de centrarte en tu tarea? El problema con el aplazamiento es que, como se trata de un hábito automático, a menudo no eres consciente de que has empezado a aplazar algo.

   Los estudiantes a menudo se dan cuenta de que resulta útil desarrollar nuevos estímulos, tales como empezar los deberes tan pronto como llegan a casa tras la escuela o justo después del primer descanso al acabar las clases. Como indica la experta en aplazamiento Piers Steel, autora de *The procrastination Equation* [La ecuación del aplazamiento]: «Si proteges tu rutina, con el tiempo ella te protegerá a ti».[3]

Puedes evitar los estímulos más perjudiciales apagando tu móvil o manteniéndote alejado de Internet durante breves períodos de tiempo, como cuando estás haciendo deberes durante una sesión de estudio de veinticinco minutos. A la estudiante de derecho Yusra Hasan le gusta dejar su móvil y el

portátil a su hermana para que los tenga bajo vigilancia, lo cual es doblemente inteligente porque se compromete públicamente a estudiar a la vez que elimina las tentaciones. Los amigos y la familia pueden ayudarte mucho si les pides su colaboración.

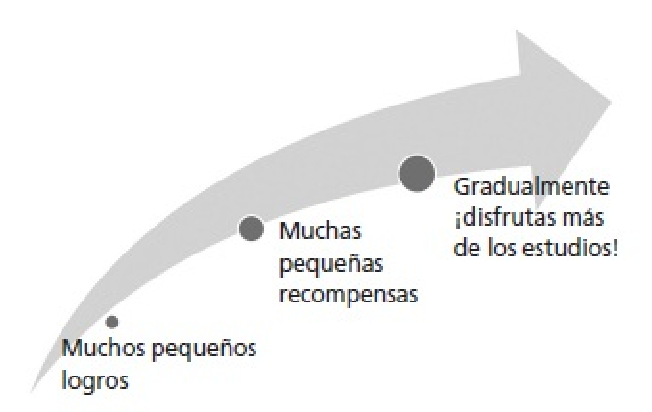
2. **La rutina**: digamos que en lugar de estudiar, distraes a menudo tu atención con algo menos doloroso. Tu cerebro quiere entrar automáticamente en esta rutina cuando has recibido el estímulo, de modo que ese es el punto de presión en el que debes concentrarte para reprogramar tu viejo hábito. **La clave es tener un plan. Desarrollar un nuevo ritual puede ser de utilidad.** Algunos estudiantes adquieren el hábito de dejar el móvil en su coche antes de entrar en clase, lo que elimina una poderosa distracción. Muchos estudiantes descubren el valor de situarse en un rincón tranquilo de la biblioteca o, sin alejarse de casa, el fructífero efecto de sentarse simplemente en su silla favorita a la hora adecuada con todos los accesos a Internet desconectados. Puede que tu plan no funcione perfectamente al principio, pero insiste en él. Ajústalo si es necesario y saborea los éxitos cuando tu plan funcione. No intentes cambiarlo todo a la vez. La técnica Pomodoro, el temporizador de veinticinco minutos, puede ser especialmente útil para modificar tu reacción a los estímulos.

   Algo que también puede ayudarte es no tener el estómago vacío al empezar una tarea particularmente difícil. Así te aseguras energía mental para esa pizca momentánea de fuerza de voluntad necesaria para empezar.[4] También evita la posible distracción de «Voy a ver si pico algo...».

3. **La recompensa**: a veces esto puede requerir investigación. ¿Por qué estás aplazando las cosas? ¿Puedes sustituir la recompensa emocional? ¿Un sentimiento de orgullo por haber conseguido algo, aunque sea pequeño? ¿Una sensación de satisfacción? ¿Puedes ganar una pequeña apuesta o competición contigo mismo en algo que has convertido en un juego personal? ¿Puedes permitirte el placer de un café con leche o de mirar tu página web favorita? ¿Concederte una despreocupada tarde de televisión o de navegación por Internet sin culpabilidad? ¿Y te premiarás más por éxitos mayores: entradas de cine, un jersey, o una compra completamente frívola?

A mi novio y a mí nos encanta ver películas, así que como recompensa por completar tareas específicas en determinados días, me lleva al cine. Ello no solo es una motivación para estudiar o hacer los deberes, sino que también me ha llevado a desarrollar nuevos hábitos de estudio mediante el refuerzo del sistema de estímulo/rutina/recompensa.

CHARLENE BRISSON, *estudiante de Psicología y participante en el programa acelerado de estudios de segundo ciclo en Enfermería*



Recuerda, los hábitos son poderosos porque crean antojos a nivel neurológico. Añadir una nueva recompensa resulta útil para sobreponerte a tus caprichos de antes. Solo después de que tu cerebro empiece a anticipar el premio tendrá lugar la importante reconfiguración que te permitirá crear nuevos hábitos.

Es particularmente importante darse cuenta de que incluso animarte a ti mismo por dentro, por ejemplo pensando: «¡Así me gusta!», estimula el proceso de reorganizar tu cerebro. Este reajuste, llamado a veces «industriosidad aprendida», ayuda a hacer más atractivas tareas que una vez consideraste aburridas y poco interesantes.[5] Como descubrirás, el simple hecho de entrar en tu rutina de trabajo puede convertirse en una recompensa por sí misma, dándote una sensación de productividad que quizá no creías posible cuando te sentaste a trabajar por primera vez. Muchas personas descubren que establecer una recompensa a una hora determinada (por ejemplo hacer una pausa para comer con un amigo o detener las tareas principales a las cinco de la tarde) proporciona un plazo a pequeña escala que puede ayudar a estimular el trabajo.

No te sientas mal si ves que al principio tienes dificultades para entrar en un flujo de trabajo. Yo a veces me doy cuenta de que me hacen falta unos cuantos días de jugueteo con la técnica Pomodoro y dejar pasar unos cuantos ciclos antes de que la corriente comience a formarse y me encuentre con que estoy empezando a disfrutar del trabajo en un área muy nueva para mí. Recuerda también que cuanto mejor te vuelves en algo, más puedes disfrutarlo.

4. **La creencia**: la parte más importante en el cambio de tu hábito de aplazamiento es la creencia de que puedes hacerlo. Tal vez si las cosas se ponen estresantes te vengan ganas de recaer en los viejos, y más confortables, hábitos. La fe en que tu nuevo sistema funciona es lo que puede conseguir que llegues hasta el final. Parte de lo que puede apoyar tu creencia es el desarrollo de una nueva comunidad. Relaciónate con los compañeros de clase que tienen la filosofía del «puede hacerse» que pretendes adoptar. Desarrollar y apoyar esa cultura con amigos de mentalidad parecida puede ayudarnos a recordar los valores que, en momentos de debilidad, tendemos a olvidar.

Un poderoso enfoque es el **contraste mental.**[6] Esta técnica consiste en pensar dónde estás ahora y contrastarlo con lo que quieres conseguir. Si estás intentando entrar en una facultad de Medicina, imagínate como un médico, ayudando a los demás incluso mientras estás preparando unas grandes vacaciones que de hecho puedes permitirte. Una vez tengas esa imagen positiva en mente, contrástala con imágenes de tu vida actual. Imagina tu coche viejo, tus comidas de macarrones con queso rallado y tus montañas de deudas de estudiante. Sin embargo, ¡hay esperanza!

En el contraste mental, es la diferencia entre dónde quieres estar y dónde estás ahora —o dónde has estado— lo que marca la diferencia. Poner imágenes en tu lugar de trabajo y en tu casa que te recuerden dónde quieres estar puede ayudarte a precalentar tu modo difuso. Pero recuerda contrastar esas estupendas imágenes con la vida real, más mundana, que te rodea actualmente, o de la que estás saliendo. Puedes cambiar tu realidad.

UN MAL DÍA PUEDE DAR LUGAR A OTROS MEJORES

¡El contraste mental es fantástico! Lo he estado usando desde que era un niño. Es algo que las personas podrían aprender a aplicar en muchas situaciones distintas.

Una vez, coincidiendo con un verano caluroso, tuve que pasar varios meses en Maryland trabajando en una planta de

suministro de pollos. Allí mismo decidí que iría a la escuela para obtener un título. Esta experiencia es lo que uso como mi contraste mental. Creo que a veces solo se necesita un mal día para desencadenar una revelación importante. A partir de entonces, resulta mucho más fácil mantener tu determinación a hallar la salida de la situación en la que te encuentras.

MIKE ORRELL, *estudiante de tercer curso de Ingeniería Eléctrica*

¡AHORA TÚ!

Practica la doma de tus zombis

¿Eres aficionado a comprobar tu correo electrónico o tu Facebook justo cuando te levantas por la mañana? En lugar de eso, empieza poniendo un temporizador de diez

minutos para trabajar y luego te recompensas con un rato de Internet. Quedarás sorprendido al ver que este pequeño ejercicio de autocontrol contribuye a darte poder sobre tus zombis a lo largo del día.

Aviso: la primera vez que tomes asiento para intentar esto, algunos de tus zombis se echarán a gritar como si quisieran comerse tu cerebro. ¡Apágalos! Parte de la motivación para este ejercicio es que aprendas a reírte de tus monstruos cuando, predeciblemente, te digan: «No hay nada malo en echar un vistazo a Facebook ahora mismo, *solo por esta vez*».

ENTRA EN EL FLUJO CENTRÁNDOTE EN EL PROCESO, NO EN EL PRODUCTO

Si te encuentras evitando ciertas tareas porque te causan incomodidad, hay una manera muy buena de replantearse las cosas: aprender a centrarse en el proceso, no en el producto.

El proceso significa el flujo del tiempo y los hábitos y las acciones que se asocian con ese flujo del tiempo, como al decir: «Voy a pasar veinte minutos trabajando». El producto es un resultado: por ejemplo, unos deberes que tienes que terminar.

Para evitar el aplazamiento, debes evitar concentrarte en el producto. En cambio, tu atención debería centrarse en los procesos de construcción, los hábitos, que precisamente te permiten realizar las tareas que deben completarse.

Por ejemplo, digamos que no te gusta hacer tus deberes de matemáticas. Así que los dejas de lado. «Solo son cinco problemas —piensas—. ¿Qué dificultad pueden tener?».

En el fondo, sabes que resolver cinco ejercicios puede ser una tarea temible. Es más fácil vivir en un mundo de fantasía donde esos deberes (o el informe de veinticinco páginas, o lo que sea) pueden hacerse en el último minuto.

Aquí el reto es evitar centrarse en el producto: los problemas de los deberes ya resueltos. El producto es lo que desencadena el dolor que te incita al aplazamiento. En lugar de eso, tienes que centrarte en el proceso, los pequeños bloques de tiempo que necesitas a lo largo de varios días o de semanas, para

hacer los deberes o prepararte para los exámenes. ¿A quién le importa si terminaste la tarea o comprendiste los conceptos clave en una u otra sesión? En cambio, lo más importante es que has aplicado con calma tus mejores esfuerzos durante un breve período de tiempo: el proceso.

Aquí la idea esencial es que a la parte zombi —rutinaria— de tu cerebro le gustan los procesos, porque puede seguirlos sin pensar. Es mucho más fácil conseguir la ayuda de un hábito zombi amistoso en el caso de un proceso que en el de un producto.

¡UNA X MARCA EL LUGAR!

Es una buena idea marcar el objetivo de tu lectura diaria con un punto de libro (o una nota autoadhesiva de tipo pósit). Esto te da una referencia inmediata acerca de tu progreso: estás más motivado cuando puedes ver la línea de meta!

FORREST NEWMAN, *profesor de Astronomía y Física, Colegio universitario Sacramento City*

REPARTE TU TRABAJO EN PEQUEÑAS PORCIONES Y TRABAJA CON INTENSIDAD PERO BREVEDAD



La técnica del Pomodoro se ha desarrollado para ayudarte a centrar tu atención durante un breve período de tiempo. Pomodoro significa «tomate» en italiano: Francesco Cirillo, quien desarrolló originalmente este sistema de gestión del tiempo en la década de 1980, usaba un temporizador con forma de tomate. (Ya has visto esta idea antes en uno de los retos «¡Ahora tú!» en el capítulo 2.) Una vez que el temporizador empieza a hacer tictac, el tiempo manda. Ni mirar páginas web, ni chatear con el móvil, ni enviar mensajes a tus colegas. Lo bueno de hacer un Pomodoro es que si estás trabajando en compañía de amigos o familiares, puedes hablarles de la técnica. Entonces, si en algún momento te interrumpen, solo necesitas decir que estás «haciendo un Pomodoro» o que «el tiempo manda», y eso te da un motivo amistoso para que te dejen tranquilo.



Centrarse en el proceso, no en el resultado, es importante para evitar el aplazamiento. Lo que más cuenta es el tiempo diario, coherente, que dedicas a mantenerte en el flujo de tus estudios. No te centres en completar una tarea, sino en hacer un Pomodoro: una sesión de trabajo con el tiempo limitado a veinticinco minutos. De una manera similar, observa cómo, en esta imagen, el físico y surfista Garret Lisi está concentrado en el momento, no en el logro de haber hecho surf en una ola.

Puedes objetar que el uso del temporizador es estresante. Pero los investigadores

han descubierto algo fascinante y contrario a la intuición. Si aprendes bajo un estrés moderado, entonces puedes gestionar mucho más fácilmente una presión mayor. Por ejemplo, como describe la investigadora Sian Beilock en su libro *Choke* [Bloqueo], los jugadores de golf que practican el *putting* ante otras personas después no quedan anonadados cuando tienen que jugar ante una audiencia en las competiciones. Del mismo modo, si te acostumbras a comprender las cosas bajo una presión moderada, después será más difícil que te bloquees cuando te estés examinando bajo mucho estrés.[7] Algunas de las figuras más destacadas en terrenos tan dispares como la cirugía y la programación de ordenadores de vez en cuando buscan entrenadores que les pongan bajo presión, retándoles e impulsándoles a tener un mejor rendimiento.[8]

Cuando pruebes el Pomodoro por primera vez, probablemente te sorprenderá la frecuencia con que surge la necesidad de echar un rápido vistazo a algo no relacionado con el trabajo. Pero, al mismo tiempo, también te complacerá ver lo fácil que es controlarte y volver a centrar tu atención en el estudio. Veinticinco minutos es un período tan corto que casi cualquier persona puede concentrarse durante ese tiempo. Y cuando has terminado, puedes descansar un momento y saborear la sensación de logro.

¡EMPIEZA!

Un buen consejo es simplemente empezar. Esta recomendación suena relativamente simple, pero una vez has logrado comenzar es mucho más fácil conseguir algo. Me gusta ir al área de silencio obligado de la biblioteca porque a menudo puedes ver a otras personas en la misma situación. Aprendo mejor mediante la visualización. Si veo que otras personas están haciendo sus deberes, entonces me siento más inclinado a trabajar en los míos.

JOSEPH COYNE, *estudiante de tercer curso de Historia*

La clave es que, cuando aparezca una distracción —que inevitablemente lo hará— te conviene estar entrenado para ignorarla. Uno de los consejos individuales más importantes que puedo darte para combatir el aplazamiento es ¡ignorar las distracciones! Naturalmente, poner las condiciones para que los despistes sean mínimos es también una buena idea. Muchos estudiantes descubren que un espacio tranquilo o unos auriculares que supriman el ruido —o ambos— son muy valiosos cuando están intentando concentrarse de verdad.

¡FUERA LAS DISTRACCIONES!

Nací sin canales auditivos y por lo tanto soy sordo (tengo el síndrome de Treacher-Collins). Así que, cuando tengo que estudiar, me quito el audífono y ¡puedo concentrarme de verdad! ¡Me encanta mi discapacidad! Al terminar la educación primaria me hicieron una prueba de Cociente de Inteligencia (CI). Mi CI era 90, claramente por debajo de la media. Mamá quedó desolada. Yo estaba encantado pensando que aquello era un sobresaliente. No tengo ni idea de cuál es mi CI actual. Ahora que puedo oír, probablemente ha bajado unos cuantos puntos. Gracias a Dios por los interruptores de apagado.

BILL ZETTLER, *profesor de Biología, codescubridor de varios virus y ganador del premio al Profesor del Año 1999-2000, Universidad de Florida*

¿Cuándo debes volver a empezar tras hacer un Pomodoro? Depende de lo que estés haciendo. Si intentas empezar algo para lo que tienes varias semanas, puedes recompensarte con media hora de navegación web sin culpabilidad. Si estás bajo presión y tienes mucho que hacer, quizá deba bastar con un respiro de entre dos y cinco minutos. Quizá quieras alternar las sesiones de Pomodoro con otras de trabajo que no requieran un temporizador. Si te sientes disperso y trabajas sin concentración, puedes volver a usarlo.

En los sistemas de temporización de tipo Pomodoro, el proceso, que involucra

el simple esfuerzo concentrado, pasa a primer término. Puedes olvidar que estás atascado en algo y entrar en un estado de automatismo sin preocupaciones por tener que terminar nada en concreto.[9] Parece que este automatismo te permite acceder más fácilmente a las capacidades del modo difuso. Concentrándote en el proceso y no en el producto, te permites no juzgarte a ti mismo («¿Me falta poco para acabar?») y puedes relajarte dentro del flujo de trabajo. Esto ayuda a evitar el aplazamiento que puede ocurrir no solo cuando estás estudiando matemáticas y ciencias, sino también al redactar escritos importantes para otras asignaturas.

Estar pendiente de muchas cosas a la vez, la multitarea, es como podar continuamente una planta. Este tipo de desplazamiento constante de tu atención implica que las nuevas ideas y conceptos no tienen ninguna oportunidad de echar raíces y florecer. La multitarea mientras haces los deberes te cansa más rápidamente. Cada pequeño desplazamiento de la atención de aquí para allá provoca pérdidas de energía. Aunque cada interrupción por separado parece pequeña, el resultado acumulado es que consigues un pobre resultado por tu esfuerzo. Además, te cuesta más recordar las cosas, cometes más errores y eres menos capaz de trasladar lo poco que estás aprendiendo a otros contextos. Un ejemplo negativo típico es que, en promedio, los estudiantes que se permiten la multitarea mientras estudian o cuando están en clase, obtienen notas claramente más bajas.[10]

El aplazamiento a menudo comporta cierto gusto por tareas menos esenciales, como sacar punta a los lápices, en parte porque todavía tienes una sensación de logro. Tu mente te está engañando. Por eso es tan importante tener un cuaderno de experimentación. Pronto hablaremos de él.

¡AHORA TÚ!

Feliz ignorancia

La próxima vez que sientas la necesidad de comprobar tus mensajes, detente y examina la sensación. Reconócela. Luego ignórala.

Practica ignorar las distracciones. Es una técnica mucho más poderosa que intentar obligarte a ti mismo a no experimentar esas distracciones desde el principio.

EN RESUMEN

- Un poco de trabajo en algo que parece desagradable puede llegar a ser muy beneficioso.
- Los hábitos como el aplazamiento tienen cuatro partes:
  1. El estímulo.
  2. La rutina.
  3. La recompensa.
  4. La creencia.
- Puedes cambiar un hábito respondiendo de un modo diferente al estímulo, o incluso evitándolo por completo. La recompensa y la creencia hacen que el cambio sea duradero.
- Céntrate en el proceso (cómo utilizas tu tiempo) en lugar del producto (lo que quieres conseguir).
- Usa el Pomodoro de veinticinco minutos para mantenerte productivo durante breves períodos de tiempo. Entonces recompénsate tras cada período exitoso de atención concentrada.
- Asegúrate de programar tiempo libre para alimentar tu modo difuso.
- El contraste mental es una poderosa técnica de motivación: piensa acerca de los peores aspectos de tus experiencias presentes o pasadas y contrástalas con la visión positiva de tu futuro.
- La multitarea implica que no eres capaz de hacer conexiones plenas y ricas en tu pensamiento, porque la parte de tu cerebro que ayuda a establecerlas es interrumpida constantemente antes de que las conexiones neuronales puedan afianzarse.

PÁRATE A PENSAR

Si te sientes confuso o descentrado cuando apartas la mirada e intentas recordar una idea clave o te das cuenta de que estás releyendo los mismos párrafos una y otra vez, intenta hacer unos cuantos movimientos gimnásticos o pequeños saltos. Un poco de ejercicio físico puede procurar un efecto sorprendentemente positivo a tu

capacidad para comprender y recordar. Intenta hacer algo activo ahora, antes de hacer una pausa para rememorar las ideas de este capítulo.

POTENCIA TU APRENDIZAJE

1. ¿Por qué crees que la parte zombi de tu cerebro, la de los hábitos, podría preferir el proceso al producto? ¿Qué puedes hacer para favorecer una orientación basada en los procesos incluso en el plazo de dos años a partir de ahora, mucho después de terminar este libro?

2. ¿Qué tipo de cambio sutil podrías hacer en alguno de tus hábitos actuales que pudiera ayudarte a evitar el aplazamiento?

3. ¿Qué tipo de nuevo hábito, simple y fácil, podrías formar que te ayudara a evitar el aplazamiento?

4. ¿Cuál es uno de los estímulos más problemáticos que te inducen a una reacción de aplazamiento? ¿Qué podrías hacer para tener una reacción distinta a ese estímulo o para evitar recibirlo?

CÓMO EL FRACASO PUEDE IMPULSAR AL ÉXITO, SEGÚN EL PROFESOR DE MATEMÁTICAS ORALDO «BUDDY» SAUCEDO



Oraldo Saucedo, más conocido como «Buddy», es un profesor de matemáticas muy recomendado en la web RateMyProfessors.com;[e] *es instructor a jornada completa para el Dallas County Community College District [Colegios comunitarios del condado de Dallas],*

en Texas. Uno de sus lemas como profesor es: «Ofrezco oportunidades para el éxito». A continuación, Buddy nos habla de un fracaso que impulsó su éxito.

«De vez en cuando, algún estudiante me pregunta si he sido siempre inteligente: eso me hace reír. Entonces les hablo de mi evaluación inicial en la Universidad de Texas A&M.

»Escribo "4,0" en la pizarra, y les digo que me faltó poco para obtener esa nota en mi primer semestre.[f] "Suena genial, ¿verdad?" pregunto, esperando su reacción. Entonces cojo el borrador y muevo la coma decimal hacia la izquierda, con lo que el resultado es "0,4".

»Sí. Es verdad. Fracasé miserablemente y fui expulsado de la universidad. Chocante, ¿no? Pero volví, y con el tiempo obtuve mi licenciatura y un máster.

»Ahí fuera hay un montón de tipos fracasados-exitosos con historias parecidas. Si tuviste un fiasco en el pasado quizá no te dieras cuenta de lo importante que eso puede ser para impulsar tu éxito.

»Aquí presento algunas lecciones importantes que he aprendido en mi progreso hacia el éxito:

- Tú no eres tu nota; eres mejor que eso. Las notas son indicadores de la gestión del tiempo y una evaluación del éxito.
- Las malas notas no significan que seas una mala persona. • El aplazamiento es la muerte del éxito.
- Concentrarse en dar pequeños pasos, controlables, hacia delante, y la gestión del tiempo son la clave.
- La preparación es clave para el éxito.
- Todos tenemos una tasa de fracasos. Tú también los tendrás. O sea que contrólalos. Por eso hacemos deberes: para disminuir nuestro índice de decepciones.
- La mayor mentira que se ha dicho jamás es que la práctica conduce a la perfección. No es cierto: la práctica te conduce a ser mejor.
- Es durante la práctica cuando es de esperar que falles.
- Practica en casa, en clase, en cualquier momento y en cualquier lugar... ¡excepto en el examen!
- Estudiar a última hora y aprobar no es un éxito.
- Estudiar justo antes de los exámenes es un juego que dura muy poco tiempo, que aporta todavía menos satisfacción y cuyos resultados son solo provisionales.
- Aprender es el juego de larga duración con las mayores recompensas en la vida.
- Deberíamos ser siempre aprendices perpetuos. Siempre y en todo.
- Celebra los fracasos. Cada uno de ellos.
- Thomas Edison reformulaba sus fracasos: «1.000 maneras de no crear una bombilla». Reformula tus propios fracasos.

- ¡Incluso los zombis se levantan y siguen intentándolo!

»Dicen que la experiencia es la mejor maestra. En lugar de eso, deberían decir que el fracaso es el mejor maestro. He descubierto que los aprendices más hábiles son los que afrontan mejor el fracaso y lo usan para aprender».

7

BLOQUES CONTRA EL BLOQUEO

Cómo aumentar tus conocimientos y reducir la ansiedad

Los nuevos inventos casi nunca aparecen inicialmente en su impresionante forma final. Más bien van pasando por varias etapas y reciben constantes mejoras. Los primeros teléfonos móviles eran más o menos tan fáciles de llevar como las bolas de jugar a los bolos. Los primeros torpes frigoríficos eran aparatos ruidosos que se usaban en las destilerías. Los primeros motores eran monstruos sobrecargados con aproximadamente la misma potencia que un *kart*.

Las mejoras solo llegan después de que el invento se haya hecho público y la gente haya tenido la oportunidad de manejarlo. Si tienes a mano un motor que funcione, por ejemplo, es mucho más fácil mejorar alguna característica en particular o añadir rasgos nuevos. Así es como surgieron innovaciones ingeniosas como los turbocompresores. Los ingenieros se dieron cuenta de que podían obtener mayor potencia al mismo coste introduciendo más aire y combustible en la cámara de combustión. Ingenieros alemanes, suizos, franceses y estadounidenses, entre muchos otros, compitieron para modificar y mejorar una idea básica ya existente.

¿Te has acordado de leer por adelantado y mirar las preguntas al final del capítulo para que te ayuden cuando empieces a crear bloques de comprensión?

En este capítulo, igual que se mejoran y refinan los inventos, aprenderemos a optimizar y refinar nuestras habilidades para crear bloques. Establecer una pequeña biblioteca de ellos te ayudará a rendir más en los exámenes y a resolver problemas de forma más creativa. Estos procesos sentarán las bases para que te conviertas en un experto en aquello en lo que estés trabajando.[1] (Por si te lo estás preguntando, nuestro salto en este capítulo desde el aplazamiento para volver a la creación de bloques es un ejemplo de intercalado: variar tu aprendizaje mediante un salto hacia atrás tras una pausa para reforzar algo que has aprendido antes.)

Esta es una idea clave: aprender conceptos matemáticos y científicos fundamentales puede ser mucho más fácil que hacerlo con materias donde se necesita mucha memorización pura. Esto no es para trivializar la dificultad o la importancia de la memorización. ¡Pregunta a cualquier estudiante de medicina que se esté preparando para los exámenes!

Una razón por la que esta afirmación es cierta es que una vez empieces a trabajar en un problema científico o matemático, te darás cuenta de que cada paso que completas te indica el siguiente. Interiorizar las técnicas de resolución de problemas potencia la actividad neuronal que te permite oír más fácilmente los susurros de tu creciente intuición. Cuando sabes —con seguridad— cómo resolver un problema simplemente mirándolo, has creado un bloque de alto nivel que resuena por tu mente como una canción. Una biblioteca de estos segmentos te aporta una comprensión de los conceptos fundamentales que no se puede obtener de ningún otro modo.

O sea que, con todo eso, allá vamos:

PASOS PARA CONSTRUIR LOS BLOQUES

1. **Resuelve detalladamente un problema clave sobre el papel.** (La solución de dicho ejercicio debería estar disponible, ya sea porque lo habías solucionado antes o porque aparece en el libro de texto. Pero ¡no mires la solución a menos que sea absolutamente necesario!) Cuando trabajes en ese problema, no valen ni trampas, ni saltarse pasos, ni decir: «Vale, ya lo entiendo», antes de llegar paso a paso hasta el final. Asegúrate de que cada paso tiene sentido.

2. **Haz otra resolución del problema, prestando atención a los procesos clave.** Si te parece un poco raro solucionar el mismo ejercicio de nuevo, piensa que nunca aprenderías a tocar una canción con la guitarra ensayándola una sola vez, ni tampoco podrías hacer musculación levantando una pesa una sola vez.

3. **Tómate un descanso.** Puedes estudiar otros aspectos de la asignatura si lo necesitas, pero luego ve a hacer algo distinto. Trabaja en tu empleo a tiempo parcial, estudia otra asignatura[2] o ve a jugar al baloncesto. Debes dar tiempo a tu modo difuso para interiorizar el problema.

4. **Duerme.** Antes de irte a dormir, trabaja en el problema de nuevo.[3] Si te quedas atascado, escucha el problema. Deja que tu subconsciente te diga qué hacer a continuación.

5. **Resuélvelo nuevamente.** El día siguiente, tan pronto como puedas, trabaja en el problema otra vez. Ahora deberías ver que eres capaz de solucionarlo más rápidamente. Tu comprensión debería ser más profunda. Incluso podrías preguntarte por qué habías tenido dificultades con él. En este punto, puedes empezar a relajar un poco la obligación de calcular cada paso. Centra tu atención en las partes del problema que te resultan más costosas. Esta atención continua a lo más difícil se llama «práctica deliberada».[g] Aunque a veces esto pueda resultar cansino, es uno de los aspectos más importantes del estudio productivo. (En este punto, una alternativa o suplemento es comprobar si puedes resolver un problema similar con facilidad.)

6. **Añade un nuevo problema.** Escoge otro ejercicio clave y empieza a trabajar en él del mismo modo que con el primero. La solución a este enigma se convertirá en el segundo bloque de tu «bloque-teca». Repite los pasos del uno al cinco con este nuevo ejercicio. Y tras adquirir comodidad con dicho problema, pasa a otro. Quedarás sorprendido al ver cómo unos pocos bloques sólidos de tu biblioteca mentalpueden potenciar enormemente tu dominio del material de estudio y tu capacidad para resolver nuevos ejercicios eficientemente.

7. **Haz repeticiones activas.** Repasa mentalmente los pasos de los problemas clave mientras haces algo activo, como un paseo hasta la biblioteca o algún ejercicio gimnástico. También puedes aprovechar minutos libres para repasar: esperando el autobús, sentado en el asiento del pasajero de un coche o jugueteando con tus dedos mientras esperas al profesor en el aula. Este tipo de rememoración activa ayuda a reforzar tu capacidad para recordar ideas clave cuando estás resolviendo problemas de los deberes o haciendo un examen.

Ya está. Estos son los pasos clave para construir una biblioteca de bloques. Lo que estás haciendo es construir y reforzar una red de neuronas cada vez más interconectada, enriqueciendo y fortaleciendo tus bloques.[4] Ello hace uso de lo que se conoce como «efecto generación». Generar (es decir, rememorar) el material te ayuda a aprenderlo mucho más eficazmente que la simple relectura.

Esto es información útil, pero ya puedo oír lo que estás pensando: «Estoy dedicando varias horas cada semana a resolver los problemas de los deberes una sola vez. ¿Cómo se supone que debo hacerlo cuatro veces para cada problema?».

Como respuesta, yo te preguntaría: ¿Cuál es tu auténtico objetivo? ¿Acabar los deberes lo más rápido posible? ¿O tener un buen rendimiento en los exámenes que demuestran tu dominio de la materia y forman la base de lo que será tu nota de curso? Recuerda que solo por resolver un problema con el libro abierto ante ti no garantiza que puedas solucionar algo parecido en un examen, y, aún más importante, que lo comprendas realmente.

Si tienes poco tiempo, usa esta técnica en unos pocos ejercicios clave como una forma de práctica con la intención de acelerar y reforzar tu aprendizaje y para ayudarte a acelerar tus habilidades de resolución de problemas.

LA LEY DE LA SERENDIPIA

Recuerda, la señora Fortuna favorece a quien lo intenta. O sea, que no te sientas

desbordado por todo lo que tienes que aprender acerca de un nuevo tema. Más bien céntrate en consolidar unas cuantas ideas clave. Quedarás sorprendido de lo útil que puede resultar esta forma tan simple de trabajo.

El modo en que los músicos mejoran su capacidad de tocar un instrumento también se puede aplicar al aprendizaje de las matemáticas: una violinista magistral, por ejemplo, no se limita a interpretar una pieza de principio a fin, una y otra vez. En cambio, se concentra en las partes más difíciles del tema: los fragmentos en los que los dedos vacilan y la mente se confunde.[5] Tendrías que hacer lo mismo en tu propia práctica, centrándote y adquiriendo velocidad en las partes más difíciles de los procedimientos de solución que estás intentando aprender.[6]

Recuerda: las investigaciones han demostrado que cuanto más esfuerzo dedicas a rememorar el material, más profundamente queda incrustado en tu memoria.[7] La rememoración, no la simple relectura, es la mejor forma de práctica deliberada. Esta estrategia también es similar a la usada por los maestros de ajedrez. Estos magos mentales interiorizan las configuraciones del tablero como bloques asociados a las mejores jugadas y las guardan en su memoria a largo plazo. Esas estructuras mentales les ayudan a seleccionar su mejor opción para cada movimiento de la partida que están jugando.[8] La diferencia entre los jugadores de menor rango y los grandes maestros es que estos dedican mucho más tiempo a identificar sus puntos débiles y a trabajar para reforzarlos.[9] No es tan fácil como sentarse sin más y jugar al ajedrez por diversión. Pero al final, los resultados pueden ser mucho más gratificantes.

Recuerda, la práctica de la rememoración es una de las formas más poderosas de aprendizaje. Es mucho más productiva que la simple relectura del material.[10] Construir una «bloque-teca» de maneras de resolver problemas es eficaz precisamente porque se edifica en base a métodos de práctica de rememoración. No te dejes engañar por la competencia ilusoria. Recuerda, la mera

contemplación del material que ya está en la página que tienes delante puede hacerte creer que ya lo sabes, cuando en realidad no es así.

Cuando empiezas a practicar así por primera vez, puedes sentirte raro: como una persona de treinta años a punto de recibir su primera lección de piano. Pero a medida que vayas practicando, verás que cada vez te resulta más fácil y rápido. Sé paciente contigo mismo: cuando tu facilidad con el material empiece a crecer, descubrirás que lo disfrutas cada vez más. ¿Es mucho trabajo? Claro: igual que aprender a tocar el piano con brío y estilo. ¡Pero la recompensa bien vale el esfuerzo!

¡LOS BLOQUE-ORDENADORES SON GENIALES!

Entre que soy un estudiante de ingeniería a tiempo completo y que también trabajo todo el día como técnico de ingeniería, tengo demasiado trabajo académico para mantenerlo en el primer plano de mi mente. Así que mi truco es crear grandes bloques para distintas áreas: clase de termodinámica, diseño de máquinas, programación, etcétera. Cuando necesito recordar un proyecto individual, cambio mi centro de atención y tomo como referencia el bloque deseado, que es algo parecido a un enlace en el escritorio de mi ordenador. Puedo centrarme en un área específica, o bien en el modo difuso, mirar el escritorio entero y hallar enlaces conceptuales entre bloques. Cuando tengo un escritorio mental limpio y ordenado, establezco relaciones más fácilmente. Ello aumenta mi agilidad mental y también me permite profundizar en cualquier tema con más facilidad.

MIKE ORRELL, *estudiante de tercer curso de Ingeniería Eléctrica*

CHOCAR CONTRA UNA PARED: CUANDO TUS CONOCIMIENTOS PARECEN HUNDIRSE DE REPENTE

El aprendizaje no progresa lógicamente de manera que cada día se añada un nuevo y pulcro volumen a tu estantería de conocimientos. Cuando estás

construyendo tu comprensión a veces chocas contra una pared. Lo que antes parecía claro de repente se vuelve confuso.[11]

Este tipo de colapso del conocimiento parece ocurrir cuando tu mente está reestructurando su comprensión: construyendo unos cimientos más sólidos. En el caso de los estudiantes de idiomas, experimentan períodos ocasionales en los que el idioma extranjero de repente parece tan comprensible como el klingon.[h]

Recuerda: asimilar nuevos conocimientos lleva su tiempo. Pasarás por algunas etapas en las que parecerá que experimentas un retroceso exasperante en tu comprensión. Es un fenómeno natural que significa que tu mente está luchando a fondo con el material de estudio. Descubrirás que, cuando salgas de esos períodos de frustración temporal, tu base de conocimientos hará un sorprendente progreso.

ORGANIZA TUS MATERIALES

Al prepararte para un examen, ten tus problemas y soluciones **pulcramente ordenados** para que puedas repasarlos con rapidez. Algunos estudiantes usan cinta adhesiva para pegar soluciones escritas a mano en las páginas relevantes del libro de texto, de manera que puedan consultarlo todo fácilmente. (Si se trata de un libro que tienes que devolver, puedes usar pósits.) La solución escrita a mano es importante porque esta práctica aumenta las probabilidades de que lo escrito quede retenido en la memoria. Alternativamente, ten a mano un cuaderno con problemas y soluciones importantes vistas en clase o sacadas del libro de texto, de modo que también puedas repasarlos antes de los exámenes.

SABIAS PALABRAS SOBRE LA MEMORIA DE UNO DE LOS MÁS GRANDES PSICÓLOGOS DE LA HISTORIA

Una curiosa peculiaridad de nuestra memoria es que las cosas quedan mejor

impresas por la repetición activa que por la pasiva. Quiero decir que al aprender algo de memoria (por ejemplo), cuando casi nos sabemos el texto, da mejor resultado esperar y rememorar mediante un esfuerzo desde el interior que mirar el libro de nuevo. Si recuperamos las palabras de la primera manera, probablemente nos las sabremos en la próxima ocasión; si lo hacemos de la segunda forma, es muy verosímil que necesitemos el libro una vez más.

WILLIAM JAMES, *, en 1890*[12]

LOS EXÁMENES SON UNA PODEROSA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE: HAZ PEQUEÑAS AUTOEVALUACIONES
CON REGULARIDAD

Uno de los principales motivos para adquirir los métodos de solución mentalmente disponibles en forma de segmentos es impedir que te bloquees en los exámenes. El pánico hasta el punto de no hacer nada puede ocurrir cuando tu memoria de trabajo está llena a tope pero todavía no tienes espacio suficiente para las piezas clave extra que necesitas para resolver un problema. La formación de bloques compila tu conocimiento y libera espacio en tu memoria de trabajo al incorporar esas piezas, de modo que puedas evitar la sobrecarga mental. Además, si tienes más espacio en tu memoria de trabajo, tendrás más posibilidades de recordar detalles importantes del procedimiento de solución.[13]

Practicar así es una forma de miniexamen. Las investigaciones han demostrado que las evaluaciones no son solo un medio para medir cuánto sabes. **Examinarse es de por sí una poderosa experiencia de aprendizaje.** Modifica e incrementa tu conocimiento, y también mejora radicalmente tu capacidad para retener el material.[14] Esta mejora en el conocimiento por el hecho de evaluarse se llama el «efecto examen». Parece que ocurre porque hacerlo refuerza y estabiliza en tu cerebro las pautas neuronales relacionadas. Esto es precisamente lo que vimos en el capítulo 4, en la sección «La práctica conduce a la permanencia», con la ilustración del cerebro y las pautas que se fortalecían mediante la repetición.[15]

La mejora a causa del efecto examen se produce incluso cuando el resultado es malo y también aunque no se puedan ver las correcciones. Sin embargo, cuando te estás autoexaminando como forma de estudio, estás interesado en ver las correcciones y comprobar tus conclusiones mediante libros de problemas resueltos, las soluciones al final del libro o aquello que te dé la solución. Además, como veremos después, la interacción con los compañeros de clase y también con los profesores apoya el proceso de aprendizaje.[16]

Un motivo por el que construir bloques sólidos resulta tan útil es que al crearlos obtienes abundantes miniexámenes. Como demuestran las investigaciones, los estudiantes, e incluso los educadores, sorprendentemente, a menudo ignoran los beneficios de este tipo de minievaluaciones a través de la práctica de la rememoración.[17]

Al hacer un miniexamen para ver cuánto recuerdan, los estudiantes creen que solo están comprobando lo bien que se lo saben. Pero esta prueba activa de rememoración es uno de los mejores métodos de aprendizaje: ¡más efectivo que solo sentarse y releer pasivamente! Al construir tu biblioteca de bloques, mediante mucha práctica activa de rememoración del material una y otra vez, y poniendo a prueba tu capacidad de recordar, estás usando algunos de los mejores métodos posibles para aprender bien y en profundidad.

¡AHORA TÚ!

Construye una biblioteca de soluciones mentales

Una clave para desarrollar flexibilidad mental y habilidades expertas es construir tu biblioteca de pautas de solución en bloque. Esta es tu base de datos de acceso rápido: siempre a mano en caso de apuro. Esta idea no es solo útil para los problemas de matemáticas y ciencias: puede aplicarse a muchos aspectos de la vida.

Por eso, por ejemplo, siempre es una buena estrategia mirar dónde están las salidas de emergencia respecto a tu asiento en un avión o en tu habitación de hotel.

EN RESUMEN

- Crear un bloque significa integrar un concepto en una pauta neuronal de pensamiento suavemente conectada.
- La creación de bloques ayuda a incrementar la cantidad disponible de memoria de trabajo.
- Construir una bloque-teca de conceptos y soluciones ayuda a desarrollar la intuición para resolver problemas.
- Cuando estás construyendo una bloque-teca es importante que prestes una especial atención a algunos de los conceptos y métodos de solución más difíciles.
- Ocasionalmente puede suceder que estudies mucho y la suerte no te acompañe. Pero recuerda la ley de la serendipia: si te preparas bien, mediante la práctica y la construcción de una buena biblioteca mental, descubrirás que la suerte está cada vez más de tu parte. En otras palabras, si no lo intentas, garantizas el fracaso, pero los que insistan en esforzarse experimentarán muchos más éxitos.

PÁRATE A PENSAR

¿Cuáles eran las ideas principales de este capítulo? Casi nadie puede recordar muchos detalles, y eso es normal. Quedarás sorprendido al ver lo rápido que progresa tu aprendizaje si empiezas a encapsular las ideas relacionadas con lo que estás aprendiendo en unos pocos bloques clave.

POTENCIA TU APRENDIZAJE

1. ¿Qué tiene que ver la creación de bloques con la memoria de trabajo?

2. ¿Por qué tienes que resolver un problema por ti mismo como parte del proceso de creación de bloques? ¿Por qué no basta con mirar la solución en el libro, entenderla y luego continuar? ¿Qué otras cosas puedes hacer que te ayuden a pulir tus bloques antes de un examen?

3. ¿Qué es el efecto examen?

4. Cuando hayas practicado un problema unas cuantas veces, detente y comprueba si puedes notar la sensación de acierto que se produce cuando te das cuenta de cuál es el siguiente paso para hallar la solución.

5. ¿Qué es la ley de la serendipia? Piensa en un ejemplo a partir de tus propias experiencias que tipifique esta idea.

6. ¿En qué se diferencian el bloqueo y el colapso de conocimiento?

7. Los estudiantes se autoengañan y confían en que están aprendiendo mejor mediante la relectura del material de estudio en lugar de ponerse a prueba a través de la rememoración. ¿Cómo puedes evitar caer en esa trampa común?

NEEL SUNDARESAN, DIRECTOR DE LOS LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN DE EBAY, NOS HABLA DE LA INSPIRACIÓN Y EL CAMINO HACIA EL ÉXITO EN LAS MATEMÁTICAS Y LAS CIENCIAS



El doctor Neel Sundaresan es el creador del programa Inspire! para propiciar el éxito de los estudiantes de ciencias, ingeniería, matemáticas y tecnología. Algunos miembros de Inspire!, un grupo procedente de entornos desfavorecidos, han registrado hace poco su primera patente. Esta proporcionó a eBay un crucial activo de propiedad intelectual

relacionado con el comercio a través de teléfonos móviles. La historia del propio doctor Sundaresan nos aporta algunas revelaciones sobre su camino hacia el éxito.

«De joven no fui a una escuela de élite. De hecho, mi colegio estaba por debajo de la media: en muchas materias nos faltaban profesores adecuados. Pero me esforcé para encontrar algo bueno en cualesquiera profesores que me encontrara, ya fuera una memoria excelente o una sonrisa fácil. Este tipo de actitud positiva me ayudó a valorar a mis maestros y a mantener una mentalidad abierta respecto a las clases.

»La misma actitud también me ayudó más tarde en mi carrera. Hoy, siempre busco activamente inspiración en las personas con las que trabajo y para las que trabajo. Cuando me encuentro con un estado de ánimo bajo, descubro que es porque he dejado de buscar los atributos positivos de las personas. Eso significa que ha llegado el momento de mirar dentro de mí y hacer cambios.

»Sé que esto suena tópico, pero mi principal inspiración siempre ha sido mi madre. No se le permitió estudiar más allá de la escuela secundaria porque para hacer el bachillerato tendría que haber dejado la pequeña población donde vivía. Creció en una época emocionante pero peligrosa, durante la lucha por la independencia de la India. Las puertas que se cerraron para mi madre me han dado la determinación de ofrecer oportunidades a los demás, para ayudarles a darse cuenta de las enormes posibilidades que pueden estar a su alcance.

»Una de las reglas de oro de mi madre era que "escribir es el fundamento de aprender". Desde la escuela hasta los estudios de doctorado, he hallado un inmenso poder en el hecho de entender y escribir sistemáticamente cada paso de lo que realmente quería aprender.

»Cuando era un estudiante de licenciatura, solía ver como otros estudiantes usaban enérgicamente el marcador fluorescente para destacar pasos de demostraciones o frases de un pasaje de un libro. Nunca lo entendí. Una vez has hecho las marcas, en cierto modo, has destruido el original sin ninguna garantía de que lo hayas incorporado a ti, donde puede echar frutos.

»Mis propias experiencias, pues, tienen algo que ver con los descubrimientos científicos explicados en este libro. El uso del marcador fluorescente debe evitarse porque, por lo menos según mi experiencia, solo da una competencia ilusoria. La práctica de la rememoración es mucho más poderosa. Intenta consolidar en tu mente las ideas principales de cada página que estás leyendo antes de pasar a la siguiente.

»Generalmente me gustaba trabajar en mis asignaturas más difíciles —como las matemáticas— por la mañana, cuando estaba fresco. Hoy todavía practico este enfoque. Algunos de mis mejores logros mentales tienen lugar en el baño y en la ducha: es al apartar mi mente del tema de estudio cuando el modo difuso tiende a hacer milagros».

8

HERRAMIENTAS, CONSEJOS Y TRUCOS

Como indica el reconocido especialista en gestión David Allen: «Tenemos trucos para hacer lo que deberíamos hacer... En muchos sentidos, las personas más eficientes que conozco son las que han utilizado los mejores trucos en su vida... Nuestra parte lista nos marca objetivos a los cuales la no tan lista responde automáticamente, dando lugar a un comportamiento que produce resultados eficientes».[1]

Allen se refiere a trucos como llevar ropa deportiva para que le vengan las ganas de hacer ejercicio o colocar un informe importante junto a la puerta de casa para que no pueda olvidarlo. Algo que me comentan constantemente los estudiantes es que situarse en un nuevo entorno, como una biblioteca, donde hay silencio y pocos estímulos que interrumpan, hace milagros contra el aplazamiento. Las investigaciones han confirmado que un lugar especial dedicado exclusivamente a trabajar es particularmente útil.[2]

Otro truco involucra el uso de la meditación como ayuda para aprender a ignorar los pensamientos que te distraen.[3] (La meditación no es solo para los aficionados a la *New Age*: muchas investigaciones científicas han revelado su valor.)[4] Una guía breve y útil para iniciarse en la meditación es *Buddha in Blue Jeans* [Buda en vaqueros], de Tai Sheridan. Se puede conseguir gratuitamente como libro electrónico, y es adecuado para personas de cualquier creencia. Y, por supuesto, hay muchas aplicaciones de meditación para móviles o tabletas: no hay más que buscar en Google y ver cuál te puede resultar mejor.

Un último truco importante es cambiar tu enfoque. Un estudiante, por ejemplo, es capaz de levantarse cada día laborable a las cuatro y media de la

mañana no porque recuerde lo cansado que está al despertarse sino porque piensa en lo bueno que estará el desayuno.

Uno de los más extraordinarios relatos acerca del cambio de enfoque es el de Roger Bannister, la primera persona que corrió una milla (1.609 metros) en menos de cuatro minutos. Bannister era un estudiante de medicina que no podía permitirse pagar un entrenador ni seguir la dieta especial de un corredor. A causa de sus estudios, ni siquiera tenía tiempo para practicar deporte más de treinta minutos al día. Pero no se centró en todos los motivos por los que —lógicamente — no tenía ninguna posibilidad de conseguir su objetivo. En vez de eso, cambió el enfoque para conseguir su objetivo a su manera. La mañana del día en que hizo historia, se levantó, desayunó como de costumbre, cumplió con sus tareas en el hospital, y luego cogió un autobús para ir a la pista.[i]

Es bueno saber que hay trucos mentales positivos que puedes usar a tu favor. Compensan algunos de los trucos mentales negativos en los que puedes caer y que no funcionan o bien te ponen las cosas más difíciles, como creer que puedes terminar todos los deberes en el último momento.

Es normal que, en el momento de sentarte a trabajar, tengas algunas sensaciones negativas. Lo que cuenta es cómo las afrontas. Los investigadores han descubierto que la diferencia entre los que empiezan pronto y los que lo hacen tarde es que los puntuales, los que no aplazan, ignoran los pensamientos negativos y se dicen cosas como: «Deja de perder el tiempo y empieza de una vez. Cuando hayas empezado, te sentirás mejor».[5]

UN ENFOQUE POSITIVO DEL APLAZAMIENTO

A mis estudiantes les digo que pueden aplazar cosas siempre y cuando sigan tres reglas:

1. No deben usar el ordenador cuando están aplazando algo, por la sencilla razón de que se entusiasmarán demasiado.

2. Antes de aplazar los deberes, tienen que identificar el problema más fácil. (En este punto es necesario que no resuelvan nada todavía.)
3. Deben copiar en un pequeño trozo de papel la ecuación o ecuaciones que se necesitan para resolver el problema y lle var el papel encima hasta que estén preparados para abandonar la demora y volver al trabajo.

He descubierto que este enfoque resulta muy útil porque permite que el problema flote en el modo difuso: los estudiantes están trabajando en él incluso cuando están aplazándolo.

ELIZABETH PLOUGHMAN, *profesora de Física, Camosun College, Victoria, Columbia Británica*

AUTOEXPERIMENTACIÓN: LA CLAVE PARA TU MEJOR VERSIÓN

El doctor Seth Roberts es profesor emérito de Psicología en la Universidad de California, en Berkeley. Durante la carrera, cuando estaba aprendiendo a realizar experimentos, empezó a ensayar consigo mismo. El primer autoexperimento de Roberts tenía que ver con su acné. Un dermatólogo le había prescrito tetraciclina, de modo que Roberts simplemente contó el número de granos que tenía en la cara según distintas dosis de tetraciclina. ¿El resultado? ¡El medicamento no tenía ningún efecto en el número de granos que tenía!

Roberts había topado con un hallazgo que a la medicina le costaría una década descubrir: la supuestamente poderosa tetraciclina, que tiene efectos secundarios arriesgados, no necesariamente funciona con el acné. Por otro lado, la crema de peróxido de benzoílo sí funcionaba, contrariamente a lo que Roberts pensaba al principio. Como comentó: «De mi investigación con el acné descubrí que los no expertos pueden usar la autoexperimentación para a) ver si los expertos tienen razón; y b) aprender algo que los científicos desconocen. No sabía que tales cosas fueran posibles».[6] A lo largo de los años, Roberts ha dedicado sus

esfuerzos autoexperimentales al estudio de su estado de ánimo, al control de su peso, y a comprobar los efectos del omega-3 en el funcionamiento de su cerebro.

Resumiendo, Roberts ha descubierto que la autoexperimentación es extremadamente útil para poner ideas a prueba y también para generar y desarrollar nuevas hipótesis. Como él dice: «Por su naturaleza, la autoexperimentación comporta hacer cambios drásticos en tu vida: durante varias semanas no haces x, y luego durante varias semanas haces x. Eso, junto al hecho de realizar un seguimiento de nosotros mismos por cien medios distintos, facilita que la autoexperimentación revele efectos inesperados... Además, la toma diaria de medidas del acné, del sueño o de cualquier otra cosa, proporcionan una base que hace incluso más fácil ver cambios inesperados».[7]

Tu propia autoexperimentación, por lo menos para empezar, debería ser acerca del aplazamiento. Anota cuando no has terminado lo que pretendías terminar, cuáles son los estímulos, y tu reacción habitual en modo zombi a los estímulos de aplazamiento. Llevando un registro de tus reacciones puedes aplicar la sutil presión que necesitas para cambiar tu respuesta a los estímulos de aplazamiento y mejorar gradualmente tus hábitos de trabajo. En su excelente libro *The Now Habit*, el autor Neil Fiore sugiere que anotes detalladamente tus actividades diarias durante una o dos semanas para comprender bien dónde tienes problemas con el aplazamiento.[8] Hay muchas maneras distintas de registrar tu comportamiento. Aquí la idea más importante es que un historial de anotaciones a lo largo de varias semanas parece que te ayuda decisivamente a hacer cambios. También, hay personas que funcionan mejor en ciertos entornos: algunas necesitan una cafetería llena de gente, y otras una biblioteca. Tienes que descubrir lo más adecuado para ti.

AISLAMIENTO O TRABAJO EN GRUPO: COMBATIR EL APLAZAMIENTO CON ALGO MÁS QUE UN ESFUERZO DE COMPRENSIÓN

Un consejo que tengo para afrontar el aplazamiento es aislarte de todo aquello que sabes que te distraerá, incluyendo a las personas. Quédate en una habitación a solas, o en la biblioteca, de modo que nada te distraiga.

AUKURY COWART, *estudiante de segundo curso de Ingeniería Eléctrica*

Si estoy peleándome con una asignatura, me resulta útil estudiar con otras personas de la misma clase. De esta manera podemos hacer preguntas y colaborar para identificar qué nos confunde. Probablemente yo pueda saber en qué se equivoca un compañero o una compañera, y viceversa.

MICHAEL PARISEAU, *estudiante de tercer curso de Ingeniería Mecánica*

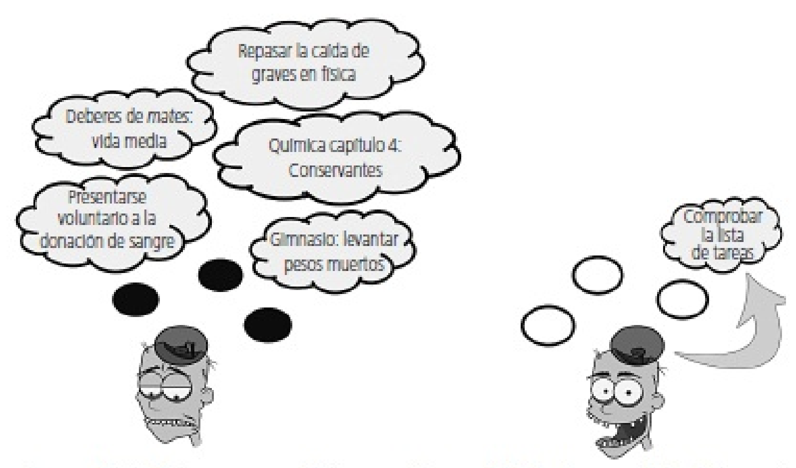
LA ALIANZA ZOMBI DEFINITIVA: LA AGENDA DE PLANIFICACIÓN COMO UN CUADERNO DE LABORATORIO PERSONAL

La mejor manera de que adquieras el control de tus hábitos es simple: una vez por semana, haz una breve lista de tareas clave. Entonces, cada día, escribe una relación de los cometidos en los que razonablemente puedas trabajar o completar. Intenta hacer esta lista diaria de tareas la noche anterior.

¿Por qué un día de antelación? Las investigaciones han demostrado que eso ayuda a tu subconsciente a tratar con las tareas de la lista de modo que encuentres la mejor manera de llevarlas a cabo.[9] Hacer la lista antes de irte a dormir sirve para reclutar a tus zombis y que al día siguiente te ayuden a cumplir con las tareas de la lista.

La mayoría de la gente usa su móvil, un calendario digital o de papel para recordar los plazos de importancia: probablemente tu también utilizas uno de esos sistemas. A partir del calendario de fechas destacadas, haz tu lista semanal con no más de veinte tareas. Cada noche, crea la relación para el día siguiente a partir de las que constan en la lista semanal. Pon entre cinco y diez cometidos.

Intenta no añadir cosas a la lista diaria una vez esté hecha a menos que se trate de un imprevisto importante (no te interesa empezar a crear listas interminables). Intenta no modificar las tareas.



Si no anotas tus tareas en una lista, merodean cerca de las cuatro casillas de tu memoria de trabajo, ocupando un espacio mental muy valioso.
Pero cuando haces una lista de tareas, liberas memoria de trabajo para resolver problemas. ¡Hurra! Pero recuerda: debes poder confiar absolutamente en que comprobarás tu agenda de planificación. Si tu subconsciente no confía en que hagas eso, las tareas empezarán a merodear de nuevo, bloqueando tu memoria de trabajo.

Una cosa más. Como recomienda a sus clientes Daphne Gray-Grant, especialista en entrenamiento para escritura: «Haz lo más desagradable a primera hora de la mañana». Emprende las tareas más importantes e incómodas en primer lugar, nada más levantarte. Este sistema es increíblemente efectivo.

La siguiente muestra está sacada de mi propio diario de planificación. (Puedes crear tu muestra para una semana.) Fíjate en que solo hay seis tareas, algunas enfocadas a procesos. Por ejemplo, tengo que enviar un artículo a una revista dentro de varios meses, de modo que casi todos los días dedico algo de tiempo concentrado al objetivo de completarlo. Algunas tareas están enfocadas a resultados, pero solo porque se pueden hacer en un período de tiempo limitado.

30 DE NOVIEMBRE

- Artículo para *PNAS* (1 hora)
- Salir a caminar
- Libro (1 sección)
- ISE 150: preparar la presentación
- EGR 260: preparar una pregunta para el examen final
- Terminar la próxima charla

¡Concéntrate, diviértete!
El objetivo del día es terminar a las: 17.00 horas

Fíjate en mis recordatorios: quiero concentrarme en cada tarea cuando estoy trabajando en ella, y quiero pasarlo bien. Hoy ya he avanzado bastante. Me he dado cuenta de que me estaba retrasando porque no había cerrado aún el correo electrónico. Para volver a ponerme las pilas, me pongo un reto Pomodoro de veintidós minutos mediante un temporizador en el escritorio de mi ordenador. (¿Por qué veintidós minutos? Bueno, ¿por qué no? No tengo que hacer lo mismo cada vez. Y fíjate también en que, pasando al modo Pomodoro, he cambiado al enfoque basado en procesos.) En mi lista no hay ninguna tarea excesivamente larga, porque tengo otras cosas que hacer durante el día: reuniones a las que asistir, una clase que dar. A veces mezclo unas cuantas tareas que involucran movimiento físico, como arreglar las cortinas o limpiar la cocina. Generalmente no son mis trabajos favoritos, pero, de alguna manera, a menudo los echo en falta porque los uso como descansos para que funcione el modo difuso. Parece que mezclar otras tareas con tu aprendizaje lo hace todo más agradable y te evita aquellas sentadas tan largas y poco saludables.

Con el tiempo, al adquirir más experiencia, he mejorado mucho mi habilidad para calcular cuánto rato me lleva una tarea cualquiera. Descubrirás que tú también mejoras rápidamente a medida que te vuelves más realista acerca de lo

que puedes conseguir de forma razonable en un tiempo dado. A algunas personas les gusta anotar un número del uno al cinco al lado de cada tarea, siendo el uno para la tarea de máxima prioridad y el cinco para una que se podría aplazar hasta el día siguiente. A otras les gusta poner una estrella junto a las de alta prioridad. Hay quien pone una casilla delante para poder marcarla una vez completada. A mí, personalmente, me gusta tachar cada tarea resuelta con una gruesa línea negra. Escoge lo que más te guste. Desarrolla el sistema que te sirva a ti.

LA LIBERTAD DE UN HORARIO

Para combatir el aplazamiento, creo un horario con todo lo que tengo que hacer. Por ejemplo, me digo a mí mismo: «Tengo que empezar el artículo el viernes y terminarlo el sábado. También el sábado tengo que hacer los deberes de matemáticas. El domingo tengo que estudiar para el examen de alemán». Eso me ayuda realmente a mantenerme organizado y casi sin estrés. Si no sigo mi horario, entonces al día siguiente tengo que trabajar el doble, y eso es algo que no me apetece en absoluto.

RANDALL BROADWELL, *estudiante de Ingeniería Mecánica y de alemán*

Por cierto, si has intentado empezar a usar una agenda o un dietario en alguna ocasión y no te ha funcionado, puedes probar con una técnica relacionada que resulta más obvia como recordatorio: pon tu lista de tareas en una pizarra o un tablero de corcho junto a la puerta de casa. Y, por supuesto, ¡todavía puedes sentir ese temblor visceral de placer cada vez que tachas algo!

Fíjate en mi objetivo de terminar las tareas del día antes de las cinco de la tarde. No parece correcto, ¿verdad? Pero sí lo es, y se trata de uno de los componentes más importantes de tu agenda diaria. Planificar tu tiempo de descanso es tan importante como hacerlo con el de trabajo. Generalmente mi

objetivo es quedar libre a las cinco, aunque cuando estoy aprendiendo algo nuevo a veces puede ser un placer volver a mirarlo tras el descanso de la tarde, justo antes de ir a dormir. Y ocasionalmente hay algún proyecto importante al que estoy dando los toques finales. La marca horaria de las cinco se debe a que tengo una familia con la que me gusta quedar, y a que me apetece tener mucho tiempo para una amplia variedad de lecturas al final del día. Si esto te parece un horario demasiado fácil, ten en cuenta que lo sigo seis días a la semana, levantándome temprano, obviamente nada que necesites hacer tú a menos que las obligaciones académicas y laborales sean muy abundantes.

Podrías pensar: «Bueno, sí, pero eres una profesora y ya has superado tus días de estudio juveniles: ¡claro que te parece bien acabar temprano!». Sin embargo, uno de mis más admirados expertos en aprendizaje, Cal Newport, acabó cada día a las cinco durante la mayor parte de su carrera de estudiante.[10] Con el tiempo obtuvo un doctorado por el MIT (Massachusetts Institute of Technology). En otras palabras, este método, por poco plausible que pudiera parecer a algunos, funcionará para estudiantes de licenciatura y de doctorado en programas académicos rigurosos. Con el paso del tiempo, los que se apegan a una forma saludable de ocio combinada con el trabajo duro rinden por encima de los que persiguen testarudamente un ritmo de trabajo ininterrumpido.[11]

Una vez has terminado las tareas de tu lista, quedas libre el resto del día. Si resulta que trabajas a menudo más allá de la hora prevista, o no terminas los deberes que te habías marcado, tu agenda diaria te ayudará a adquirir conciencia de ello y te permitirá introducir sutiles cambios en tu estrategia. Tienes un importante objetivo cada día: garabatear unas breves anotaciones en tu agenda diaria para el día siguiente, y unas cuantas marcas de visto bueno (esperemos) sobre los logros del día en curso.

Por supuesto, es posible que tu vida no se preste a un horario con descansos y tiempo libre. Puede que eches humo con tus dos trabajos y demasiadas clases. Pero en cualquier caso, intenta que te quepan algunas horas libres.

Es importante transformar los plazos de entrega lejanos en plazos diarios.

Atácalos poco a poco. Las grandes tareas deben traducirse en otras más pequeñas que aparezcan en tu lista diaria. La única manera de recorrer un camino de mil kilómetros es paso a paso.

¡AHORA TÚ!

Planifica el éxito

Escoge una pequeña parte de una tarea que has estado evitando. Planifica dónde y cuándo vas a ocuparte de ella. ¿Vas a ir a la biblioteca por la tarde, dejando tu móvil en modo avión? ¿Vas a ir a otra habitación de tu casa mañana por la noche, sin tu portátil, y vas a escribir a mano para empezar? Decidas lo que decidas, el simple hecho de planificar cómo llevarás a la práctica lo que debes hacer aumenta mucho las probabilidades de que realices la tarea con éxito.[12]

Quizás estés tan acostumbrado al aplazamiento y la culpa como motivadores que resulte difícil convencerte de que otro sistema podría funcionar. Más que eso, podría costarte una temporada averiguar cómo administrar tu tiempo porque nunca antes pudiste permitirte el lujo de saber cuánto cuesta hacer un buen trabajo sin prisas. Resulta que los aplazadores crónicos tienden a ver cada acto de aplazamiento como algo único e inusual, como un fenómeno de «solo esta vez» que no volverá a repetirse. Aunque no sea cierto, suena bien: tanto que te lo creerás una y otra vez, porque sin tu agenda diaria no hay nada para contrarrestar tus pensamientos. Como dijo una vez Chico Marx: «¿A quién creerás? ¿A mí o a tus propios ojos?».

1. Anoto los deberes en mi agenda como si debiera entregarlos un día antes de la verdadera fecha final. De ese modo, nuncaintento acabarlos a última hora, y todavía tengo una jornada entera para repasar los deberes antes de entregarlos.
2. Les digo a mis amigos que estoy trabajando en los deberes. De ese modo, si alguno de ellos se da cuenta de que he entrado en Facebook, puede echarme en cara que supuestamente tendría que estar haciendo las tareas.
3. Tengo sobre mi mesa una hoja de papel enmarcada donde puede leerse la cantidad que cobra un ingeniero industrial cuando empieza a trabajar. Siempre que me cuesta concen trarme en una tarea, miro aquella cantidad y me recuerdo a mí mismo que el esfuerzo valdrá la pena a largo plazo.

Un poco de aplazamiento aquí y allá es inevitable, pero para rendir en el aprendizaje de las matemáticas y las ciencias tienes que dominar tus hábitos. Tus zombis tienen que estar bajo control. Las anotaciones diarias son tus ojos que siguen la pista de lo que funciona. Cuando empieces a usar una lista de tareas, te encontrarás a menudo con que has sido demasiado ambicioso: no hay forma de cumplir con todas ellas. Pero al introducir pequeños ajustes pronto aprenderás a marcarte objetivos sensatos y asequibles.

Quizá pienses: «Sí, pero ¿y un sistema de gestión del tiempo? ¿Y cómo sé en qué cosa es más importante que trabaje?». Para eso está la lista semanal de tareas. Te ayuda a dar un paso atrás con tranquilidad, ver las cosas en perspectiva y marcar prioridades. Hacer la lista diaria la noche antes también puede ayudarte a evitar decisiones de última hora que a largo plazo pueden perjudicarte.

¿A veces tienes que cambiar tus planes, a causa de imprevistos? ¡Pues claro! Pero recuerda la ley de la serendipia: la señora Fortuna favorece a quien lo intenta. Probarlo incluye planificar bien. Mantén tu objetivo a la vista, e intenta que los obstáculos ocasionales no te afecten demasiado.

TENER A PUNTO LAS LISTAS Y LA IMPORTANCIA

DE EMPEZAR

Durante la semana me mantengo organizado haciendo una lista de las cosas que deben hacerse cada día. La relación suele estar en una hoja de papel que guardo doblada en el bolsillo. Un par de veces cada día la miro y compruebo que he hecho o que voy a hacer lo que está en la agenda para esa fecha. Es agradable poder tachar cosas de la lista, especialmente cuando es muy larga. Tengo un cajón lleno de hojas de esas dobladas.

Pienso que es más fácil empezar una cosa, o incluso unas pocas a la vez, sabiendo que la próxima vez que vuelva a ellas ya estarán hechas en parte y habrá menos de lo que preocuparse.

MICHAEL GASHAJ, *estudiante de Ingeniería Industrial*

SUGERENCIAS TECNOLÓGICAS: LAS MEJORES APLICACIONES Y PROGRAMAS PARA EL ESTUDIO

Un simple temporizador junto al lápiz y el papel suelen ser las herramientas más claras para evitar el aplazamiento, pero también puedes hacer uso de las nuevas tecnologías. Aquí tienes una lista con algunas de las mejores herramientas pensadas para el estudiante.

¡AHORA TÚ!

Mejores aplicaciones y programas para mantenerse productivo (si no se indica lo contrario, hay disponibilidad de versiones gratuitas)

Temporizadores

- La técnica Pomodoro (varios precios y recursos): http://pomodorotechnique.com/

Tareas, planificación y tarjetas de aprendizaje

- 30/30: combina temporizadores con una lista de tareas: http://3030.binaryhammer.com/

- StudyBlue: combina tarjetas de aprendizaje y anotaciones con mensajes de texto cuando es la hora de volver al estudio, junto a un enlace directo al material: http://www.studyblue.com/
- Evernote: personalmente, uno de mis favoritos; muy popular para anotar listas de tareas y cualquier tipo de informaciones (sustituye a las pequeñas libretas de notas que los escritores han llevado encima durante mucho tiempo para tener sus ideas anotadas): http://evernote.com/
- Anki: uno de los mejores sistemas puramente basados en tarjetas de aprendizaje, con un excelente algoritmo para el repaso espaciado; hay disponibles muchas colecciones de excelente calidad, ya creadas para varias disciplinas: http:// ankisrs.net/
- Quizlet.com: te permite introducir tus propias tarjetas de aprendizaje; puedes colaborar con compañeros de clase para repartir las tareas (gratuito): http://quizlet.com/
- Google Tasks y Google Calendar: http://mail.google.com/ mail/help/tasks/ Para limitar el tiempo perdido en páginas web • Freedom: mucha gente adora este programa, disponible para MacOS, Windows y Android (9e): http://macfreedom. com/
- StayFocusd: para el navegador Google Chrome: https://chrome.google.com/webstore/detail/stayfocusd/laankejkb hbdhmipfmgcngdelahlfoji?hl=en
- LeechBlock: para el navegador Firefox: https://addons.mozilla.org/en-us/firefox/addon/leechblock/
- MeeTimer: para el navegador Firefox; hace un seguimiento y registro del tiempo que dedicas a cada página web: https://addons.mozilla.og/en-us/firefox/addon/meetimer/

Motivación para ti mismo y para los demás

- StickK: motivación a través de objetivos: http://www.stickk. com/
- Coffitivity: discreto ruido de fondo parecido al de una cafetería: http://coffitivity.com/

La manera más fácil de bloquear distracciones

- ¡Desactiva los sonidos de las notificaciones de tu ordenador y tu móvil!

EN RESUMEN

Los trucos mentales pueden ser poderosas herramientas. Estos son algunos de los más efectivos:

- Sitúate en un lugar con pocas interrupciones, como una biblioteca, para evitar el aplazamiento.
- Practica ignorar pensamientos que te distraen mediante algo tan simple como no hacerles caso.

- Si tu estado de ánimo está perturbado, cambia de enfoque para trasladar tu atención de lo negativo a lo positivo.
- Sé consciente de que es perfectamente normal que en el momento de sentarte tengas algunos pensamientos negativos acerca de empezar a trabajar.
- Planificar tu vida para tener tiempo libre es una de las cosas más importantes que puedes hacer para evitar el aplazamiento, y una de las razones más importantes para no caer en él.
- En lo más íntimo de la prevención del aplazamiento hay una lista razonable de tareas diarias, con una revisión semanal para asegurarte de que sigues la ruta correcta desde una perspectiva general.
- Haz tu lista de tareas diarias la tarde o noche del día anterior.
- Haz lo más desagradable en primer lugar.

PÁRATE A PENSAR

Cierra el libro y aparta la mirada. ¿Cuáles eran las ideas principales de este capítulo? Recuerda felicitarte a ti mismo por haber acabado de leer esta sección: ¡cada logro merece una palmada mental en la espalda!

POTENCIA TU APRENDIZAJE

1. Como es normal que las primeras veces que los estudiantes se ponen a trabajar tengan sentimientos negativos acerca de empezar sus tareas, ¿qué puedes hacer para ayudarte a ti mismo a superar ese obstáculo?

2. Entre las maneras de adquirir control sobre los hábitos de aplazamiento, ¿cuál te resulta mejor?

3. ¿Por qué te podría interesar hacer una lista de tareas la noche anterior a su realización prevista?

4. ¿Cómo podrías replantearte algo que actualmente percibes de un modo negativo?

5. Explica por qué es tan importante tener marcada una hora de acabar para cada día.

¡AHORA TÚ!

Marcarse objetivos razonables

Me gustaría que el final de este capítulo fuera el principio del tuyo propio. Durante las próximas dos semanas, al principio de cada una, escribe tus objetivos semanales. Luego, cada día, redacta entre cinco y diez objetivos diarios pequeños, razonables, basados en tus finalidades semanales. Tacha cada tarea al completarla, y saborea cada una que terminas y puedes eliminar de la lista. Si lo necesitas, descompón una tarea dada en una lista de minitareas con tres pequeñas subtareas. Eso te ayudará a mantenerte motivado.

Recuerda, parte de tu misión es terminar tus deberes diarios a una hora razonable, de modo que tengas tiempo libre para ti, sin culpabilidad. ¡Estás desarrollando un nuevo conjunto de hábitos que harán tu vida mucho más gozosa!

Puedes usar papel o una libreta, o puedes conseguir una pizarra o tablero que poner junto a la puerta. Elige lo que te parezca mejor, lo que necesites hacer para ponerte en marcha.

AFRONTAR LOS RETOS MÁS DIFÍCILES DE LA VIDA MEDIANTE EL MARINADO MÁGICO MATEMÁTICO: LA HISTORIA DE MARY CHA



«Mi padre abandonó a la familia a mis tres semanas de edad, y mi madre murió cuando yo tenía nueve años. Como resultado de todas esas circunstancias, tuve muy

malas notas en la escuela y en el instituto. Y cuando todavía era una adolescente dejé el hogar de mis padres adoptivos con tan solo sesenta dólares en el bolsillo.

»Actualmente soy una estudiante de Bioquímica con buenas calificaciones, y estoy trabajando en mi objetivo de estudiar Medicina. Me matricularé el año próximo.

»¿Qué tiene que ver todo esto con las matemáticas? ¡Me alegro de que lo preguntes!

»Cuando me alisté en el ejército a la edad de veinticinco años lo hice porque mi vida se había vuelto económicamente insostenible. Enrolarme fue la mejor decisión que he tomado jamás, aunque ello no quiera decir que la vida en el ejército sea fácil. El período más difícil fue en Afganistán. Estaba contenta con mi trabajo, pero tenía poco en común con mis compañeros. A menudo eso me hacía sentir marginada y sola, así que durante mi tiempo libre estudiaba matemáticas para mantener las ideas frescas en la mente.

»Mi experiencia militar me ayudó a desarrollar buenos hábitos de estudio. No en el sentido de mantener una mirada concentrada durante horas, sino más bien en el de "solo me quedan unos minutos,¡tengo que entender lo que pueda!". Siempre aparecía un problema u otro, por lo que únicamente tenía ratos cortos para estudiar.

»Fue entonces cuando descubrí accidentalmente el "marinado mágico matemático", que es equivalente al procesamiento en modo difuso. Me atascaba en algunos problemas, realmente bloqueada, sin ninguna pista sobre cómo resolverlo. Entonces me llamaban porque se había producido una u otra explosión. Mientras estaba fuera dirigiendo el equipo, o incluso sentada en silencio, esperando, al mismo tiempo el fondo de mi mente estaba cavilando sobre problemas matemáticos. Por la noche volvía a mi habitación y ¡podía resolverlo todo!

»Otro truco que descubrí es lo que yo llamo repaso activo. Puedo estar arreglándome el pelo o tomando una ducha, pero simultáneamente vuelvo a tener en mi cabeza problemas que ya he resuelto. Eso me permite mantener los ejercicios en el primer plano de mi mente para que no se me olviden.

»Mi receta para estudiar es la siguiente:

1. Haz todos los problemas impares de una sección (o por lo me nos los suficientes de cada tipo para que tu comprensión sea completa).
2. Deja marinar los problemas.
3. Usa hojas de papel para escribir todos los conceptos importan tes y un ejemplo de cada tipo de ejercicio que te gustaría añadir a tu caja de herramientas. 4. Antes de un examen, debes ser capaz de hacer la lista de todo lo que contienen tus hojas: los temas, los tipos de problemas en cada sección, y las técnicas. Quedarías sorprendido de lo que puedes conseguir solo por ser capaz de hacer la lista de las secciones y los temas. No digamos ya los tipos de proble mas y los trucos de la caja de herramientas. Este tipo de

reme moración verbal te permite reconocer los ejercicios más rápi damente y tener un plus de confianza antes de empezar el examen.

»Cuando era más joven, pensaba que si no entendía algo enseguida no sería capaz de entenderlo jamás. O, sencillamente, que no era inteligente. Lo que no es cierto en absoluto, claro. Ahora entiendo que es realmente importante empezar las cosas pronto, dejando tiempo para digerirlas. Eso conduce a una comprensión desprovista de estrés que hace el aprendizaje mucho más gozoso».

9

APLAZAMIENTO ZOMBI: RECAPITULACIÓN

En los capítulos anteriores hemos repasado varias cuestiones relacionadas con el aplazamiento. Pero veamos algunas reflexiones finales que pueden ser reveladoras.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE TRABAJAR EN LA «ZONA DE SOBREESFUERZO»

En 1988, un encuentro fortuito entre dos tecnólogos de Microsoft en una fiesta de viernes por la noche dio como resultado una interesante solución a un importante problema de *software* que Microsoft prácticamente ya daba por imposible. Ambos abandonaron la fiesta para ir a probar la idea, poniendo en marcha un ordenador y repasando el código que presentaba dificultades línea por línea. Un rato después, estaba claro que habían dado con algo. Ese algo, como describe Frans Johansson en su fascinante libro *The Click Moment*, convirtió un proyecto de *software* casi abandonado en Windows 3.0, que contribuyó a convertir a Microsoft en el gigante tecnológico mundial.[1] Hay veces en que la inspiración parece surgir de la nada.

Este tipo de insólitos logros creativos, la inspiración en un momento relajado seguida de un trabajo intensivo, mentalmente agotador y hasta altas horas de la noche, no se parecen en nada a un día típico de estudio de materias científicas. Es más bien como los deportes: de vez en cuando tienes un día de competición en el que debes darlo todo bajo condiciones de extraordinaria presión. Pero, por supuesto, no te entrenarías cada día en esas mismas condiciones.

Los días en los que eres superproductivo y te quedas trabajando hasta bien

entrada la noche puedes conseguir mucho, pero en las jornadas siguientes, si miras tu agenda de planificación, quizá te des cuenta de que eres menos productivo. Las personas que acostumbran hacer el trabajo en rachas tienen mucha menos productividad conjunta que aquellas que suelen laborar en intervalos razonablemente limitados.[2] Si te quedas demasiado tiempo en la zona de sobreesfuerzo acabarás quemado.[3]

Un plazo inminente puede disparar los niveles de tensión, situándote en una zona donde las hormonas del estrés pueden intervenir y ayudarte a pensar. Pero confiar en la adrenalina puede ser un juego peligroso, porque cuando el estrés es demasiado alto, la capacidad de pensar claramente puede desaparecer. Lo que es más, estudiar matemáticas y ciencias para un examen inminente difiere mucho de completar un informe antes de la fecha de entrega. Ello se debe a que las matemáticas y las ciencias requieren el desarrollo de nuevos andamios neuronales distintos a los sociales, visuales y lingüísticos en los que nuestro cerebro destaca gracias a su evolución. Para muchas personas, los andamios relacionados con las matemáticas y las ciencias se desarrollan lentamente, alternando entre el modo concentrado y el difuso mientras se va absorbiendo el material de estudio. «Trabajo mejor bajo presión» es una vieja excusa que —especialmente cuando se trata de estudiar matemáticas y ciencias— es simplemente falsa.[4]

¿Recuerdas a los supuestos suicidas por ingesta de arsénico al principio de estos capítulos sobre el aplazamiento? En el siglo xix, cuando la ingestión de ese veneno se puso de moda entre una minúscula fracción de la población austríaca, la gente ignoraba lo dañino que era a largo plazo, incluso aunque pudiera desarrollarse cierta tolerancia a sus efectos. Es un poco como no reconocer los peligros del aplazamiento.

Adquirir dominio de los hábitos de aplazamiento significa darse cuenta de que algo que ahora mismo parece doloroso puede ser saludable a largo plazo. Superar tus ganas de demorar las cosas tiene mucho en común con otras formas menores de estrés que, con el tiempo, son beneficiosas.

> Cuando no estoy trabajando, tengo que relajarme: ¡no trabajar en otra cosa!
>
> *El psicólogo* B. F. SKINNER, *reflexionando sobre una revelación crucial que fue un punto de inflexión en su carrera*[5]

SABIA ESPERA

Hemos visto que algunas supuestas virtudes pueden tener malas consecuencias. El *Einstellung* en el ajedrez, no poder ver una jugada mejor a causa de nociones preconcebidas, es un buen ejemplo de ello. Tu atención concentrada, por lo general positiva, mantiene a tu mente preocupada de modo que no ve soluciones mejores.

Así como la atención concentrada no es siempre buena, los aparentemente indeseables hábitos de aplazamiento no son malos porque sí. Siempre que hicieras una lista de tareas, por ejemplo, se te podría acusar de aplazar lo que no encabezara la relación. Una forma sana de aplazamiento comporta aprender a detenerse y reflexionar antes de lanzarse a conseguir algo. Estás aprendiendo a esperar sabiamente. Siempre hay algo que hacer. Marcar prioridades te permite adquirir contexto en una perspectiva general para tu toma de decisiones. A veces, esperar permite que una situación se resuelva por sí sola.

Detenerse y reflexionar son claves no solo para evitar el aplazamiento sino en general para resolver problemas científicos y matemáticos. Quizá te sorprenda saber que la diferencia entre los expertos en matemáticas (profesores y licenciados) y los novatos (estudiantes) a la hora de resolver ejercicios de física es que los expertos son más lentos al empezar con ello.[6] En un estudio experimental, los expertos tardaban una media de cuarenta y cinco segundos para decidir cómo clasificarían el problema en función de sus principios físicos

subyacentes. Los novatos, en cambio, se apresuraban a resolverlo sin más, tardando solo treinta segundos en determinar cómo debían proceder.

No es sorprendente que las conclusiones obtenidas por los estudiantes novatos fuesen a menudo incorrectas porque sus elecciones se basaban en aspectos superficiales más que en principios fundamentales. Es como si los expertos se tomaran su tiempo para sacar la conclusión de que la col es un vegetal y el limón es una fruta, mientras que los novatos se lanzaban a decir que la col es un pequeño árbol y los limones son claramente huevos. Si te tomas unos segundos adicionales, puedes acceder a tu biblioteca de bloques y permitir que tu cerebro halle relaciones entre un problema particular y la perspectiva general.

La espera también es importante en un contexto más amplio. Cuando tienes dificultades para desentrañar algún concepto científico o matemático en particular, es importante no dejar que la frustración tome el control ni descartarlo por ser demasiado difícil o abstracto. En su libro acertadamente titulado *Stalling for time* [Ganando tiempo], el agente del FBI Gary Noesner, especialista de la negociación en situaciones con rehenes, comenta que todos podríamos aprender algo de los éxitos y los fracasos de este tipo de negociación.[7] Al principio de tales circunstancias las emociones son muy intensas. Los esfuerzos para acelerar el desenlace suelen conducir al desastre. Reprimir el deseo natural de reaccionar con agresividad ante las provocaciones emocionales concede tiempo a que las moléculas de la emoción se disipen gradualmente. Como resultado, todos piensan con la cabeza más fría y se salvan vidas.

Las emociones que te incitan como si te dijeran: «Hazlo sin más, es lo que sientes», pueden confundirte en otras situaciones. Por ejemplo, al decidir qué vas a estudiar. «Sigue tu pasión» puede ser como decidir casarte con tu estrella de cine favorita. Suena genial hasta que la realidad se impone. Los resultados lo demuestran: A lo largo de las últimas décadas, **los estudiantes que han seguido ciegamente su pasión, sin un análisis racional de si su elección de carrera era realmente sensata, han tenido mayor insatisfacción con sus opciones profesionales que los que unieron pasión y racionalidad.**[8]

Todo esto está relacionado con mi propia vida. Originalmente yo no tenía pasión, talento ni habilidad para las matemáticas. Pero como resultado de consideraciones racionales, creció mi voluntad de mejorar. Trabajé duro para perfeccionar mi técnica. Pero sabía que empeñarme en ello no era suficiente: también tenía que evitar el autoengaño.

Y mejoré en matemáticas. Eso abrió la puerta a las ciencias. Y ahí también progresé, gradualmente. Con el avance también vino la pasión.

Desarrollamos una pasión por las cosas que se nos dan bien. El error es creer que si no tenemos facilidad para algo, no tenemos ni podemos desarrollar nunca una pasión por ello.

PREGUNTAS FRECUENTES SOBRE EL APLAZAMIENTO

Estoy tan desbordado por lo mucho que tengo por hacer que evito pensar en ello, incluso si eso empeora mi situación, ya mala. ¿Qué puedo hacer cuando me siento paralizado por la enormidad del volumen de trabajo pendiente?

Haz una lista de tres microtareas que puedas realizar en unos pocos minutos. Recuerda que la señora Fortuna favorece a quienes lo intentan: haz todo lo que puedas para concentrarte en algo que valga la pena.

En ese punto, cierra los ojos y dile a tu mente que no tienes nada más de lo que preocuparte, ninguna otra obligación, solo tu primera microtarea. (No bromeo si aludo a la actitud de «cerrar los ojos»: recuerda, eso puede ayudarte a desconectar de tus pautas de pensamiento anteriores.)[9] Quizá quieras jugar al Pomodoro contigo mismo. ¿Puedes empezar a leer las primeras páginas del capítulo en veinticinco minutos?

Completar un montón de tareas difíciles es como comer un salami. Vas poco a poco, de loncha en loncha. Celebra cada logro, hasta el más pequeño. ¡Estás avanzando!

¿Cuánto tiempo me llevará cambiar mis hábitos de aplazamiento?

Aunque es probable que veas algunos resultados enseguida, puedes necesitar tres meses de ajuste para establecer un nuevo sistema de hábitos de trabajo que te guste y con el que te sientas cómodo. Sé paciente y usa el sentido común: no intentes hacer cambios drásticos inmediatamente porque puede ocurrir que sean insostenibles y eso solo te desanime aún más.

Mi atención tiende a dispersarse, de modo que me resulta difícil mantener la concentración en lo que estoy haciendo. ¿Estoy condenado a aplazar las cosas siempre? ¡Claro que no! Muchos de mis

alumnos más creativos y exitosos han superado el THDA (Trastorno de Hiperactividad con Déficit de Atención) usando herramientas del tipo que he resumido en este libro. Tú también puedes.

Si tu atención se dispersa fácilmente, te resultarán especialmente beneficiosas las herramientas que te ayudan a mantener la concentración en una tarea específica durante un breve período de tiempo. Estos útiles incluyen una agenda para planificar, una pizarra o tablero junto a la puerta de casa, un temporizador y aplicaciones de móvil u ordenador para programar y cronometrar actividades. Todas estas herramientas pueden ayudarte a transformar tus hábitos de aplazamiento zombi para que se pongan a tu servicio.

CONSEJOS DE UN ESTUDIANTE CON TRASTORNO
POR DÉFICIT DE ATENCIÓN

Como estudiante con trastorno por déficit de atención, lucho cada día con la tendencia al aplazamiento, y la estructuración es el único sistema a prueba de tontos para evitar la moratoria. Para mí, eso significa anotarlo todo en mi agenda o libreta: cosas como fechas de entrega de deberes, tiempos de trabajo y horas para quedar con los amigos. También significa estudiar en el mismo lugar cada día y eliminar todas las distracciones: por ejemplo, apagando mi móvil.

Ahora también hago cosas en horarios regulares cada semana: a mi cuerpo le gusta la estructura y la rutina; por eso al principio me resultaba tan difícil salir de mis hábitos de aplazamiento. Pero también por eso mismo me ha resultado tan fácil mantener las nuevas prácticas tras un mes de obligarme a seguirlas.

WESTON JESHURUN, *estudiante de asignaturas troncales de segundo curso universitario*

Me dices que haga un uso mínimo de la fuerza de voluntad al afrontar el aplazamiento. Pero ¿no debería usarla mucho para fortalecerla?

La fuerza de voluntad es como un músculo. Tienes que usar tus músculos para que, con el tiempo, se fortalezcan y desarrollen. Pero en un momento cualquiera solo tienen cierta energía disponible. Desarrollar y usar la fuerza de voluntad es en cierto modo una búsqueda de equilibrio.[10] Por eso, si estás intentando cambiar, suele ser importante que te centres en una única tarea difícil, que, a la vez, requiera disciplina.



No me resulta difícil obligarme a tomar asiento para empezar a hacer los deberes. Pero tan pronto como comienzo, me encuentro con que estoy echando ojeadas a Facebook o a mi correo electrónico. Sin darme cuenta, he tardado ocho horas en terminar una tarea de tres.

El temporizador Pomodoro es tu despistador de zombis para todos los usos. Nadie ha dicho que tengas que ser perfecto superando hábitos de aplazamiento. Todo cuanto necesitas hacer es continuar trabajando para mejorar tu proceso.

¿Qué le dices al estudiante que aplaza las cosas pero se niega a reconocerlo y en lugar de eso culpa a todos y a todo excepto a sí mismo? ¿O a la estudiante que suspende todos los exámenes pero piensa que conoce la asignatura mejor de lo que sus notas indican?

Si topas constantemente con situaciones en las que piensas: «No es culpa mía», algo va mal. En definitiva, tú eres el capitán de tu destino. Si no estás consiguiendo las notas que te gustarían, tienes que empezar a hacer cambios para corregir el rumbo, en lugar de echar las culpas a los demás.

A lo largo de los años, varios alumnos me han dicho: «En realidad me sabía la asignatura». Se quejan de que suspendieron porque no se les da bien examinarse. A menudo, sus compañeros de clase me cuentan la verdadera historia: el alumno estudiaba poco o nada en absoluto. Es triste decir que la confianza infundada en las propias habilidades a veces puede alcanzar niveles casi alucinatorios. Estoy convencida de que en parte por eso a las empresas les gusta contratar a gente que tiene éxito con las matemáticas y las ciencias. Las buenas notas en dichas disciplinas suelen estar basadas en datos objetivos sobre la capacidad de un estudiante para habérselas con materias difíciles.

Vale la pena subrayar una y otra vez que los mejores expertos mundiales en varias disciplinas revelan que su camino hacia el conocimiento no fue fácil. Tuvieron que soportar tiempos tediosos y difíciles para llegar a su nivel actual de conocimiento, un grado en el que pueden moverse con facilidad y hacer que todo parezca fácil.[11]

¡AHORA TÚ!

Practica la doma de tus zombis

Piensa en algún reto que hayas estado aplazando. ¿Qué tipo de pensamientos de ayudarían a afrontarlo realmente? Por ejemplo, podrías pensar: «En realidad no es tan difícil; una vez haya empezado se volverá más fácil; a veces es bueno hacer cosas de las que no disfruto; las recompensas valen la pena».[12]

EN RESUMEN

El aplazamiento es un tema tan importante que este resumen incluye puntos clave sacados de todos los capítulos de este libro sobre la superación del aplazamiento:

- Usa una agenda para seguir fácilmente la pista de los objetivos conseguidos y observar qué funciona y qué no.
- Cumple diariamente con ciertas rutinas y tareas.
- Haz la lista de trabajos planeados la noche antes, de modo que tu cerebro tenga tiempo para profundizar en tus objetivos e intentar asegurar el éxito.
- Organiza tu trabajo en una serie de pequeños retos. Asegúrate siempre de que haya muchas recompensas para ti (¡y también para tus zombis!). Tómate unos minutos para saborear las sensaciones de felicidad y triunfo.
- Aplaza deliberadamente las recompensas hasta que hayas completado una tarea.
- Ten los estímulos de aplazamiento bajo vigilancia.
- Sitúate en nuevos entornos con pocos estímulos de aplazamiento, como una biblioteca.
- Los obstáculos aparecen, pero no te acostumbres a atribuir todos tus problemas a factores externos. Si todo es siempre culpa de los demás, es el momento de empezar a mirarse en el espejo.
- Adquiere confianza en tu nuevo sistema. Te interesa trabajar duro en períodos de mucha concentración, y también debes tener la confianza suficiente en tu sistema para que, cuando sea la hora de relajarse, lo hagas de verdad sin sentimientos de culpa.
- Ten planes alternativos por si continúas aplazando cosas. Al fin y al cabo, nadie es perfecto,. • Haz lo más desagradable en primer lugar.

¡Feliz experimentación!

PÁRATE A PENSAR

Cierra el libro y aparta la mirada. ¿Cuáles eran las ideas principales de este capítulo? Cuando te vayas a la cama esta noche, intenta rememorar las ideas principales otra vez: el rato justo antes de dormirse parece ser particularmente poderoso para consolidar las ideas en la mente.

POTENCIA TU APRENDIZAJE

1. Si tienes dificultades porque te distraes fácilmente, ¿cuáles son los buenos enfoques que pueden ayudarte a evitar el aplazamiento?

2. ¿Cómo distinguirías entre el aplazamiento útil y el perjudicial?

3. ¿Cuándo has notado que detenerte y reflexionar antes de lanzarte ha sido beneficioso en tu vida?

4. Si te sientas a trabajar pero resulta que estás malgastando tu tiempo, ¿qué medidas puedes tomar para volver rápidamente a tu tarea?

5. Reflexiona acerca de tu manera de reaccionar ante los contratiempos. ¿Asumes tu parte de responsabilidad en ellos? ¿O adoptas un papel de víctima? ¿Qué tipo de reacción es más útil a largo plazo? ¿Por qué?

6. ¿Por qué aquellos que siguieron su pasión al escoger sus carreras, sin contrastar su decisión mediante un análisis racional de las opciones, tendrían menos probabilidades de ser felices en ellas?

10

POTENCIA TU MEMORIA

Joshua Foer era un tipo normal. Pero a veces las personas normales pueden hacer cosas muy inusuales.

Recién licenciado, Foer (pronunciado como «four») vivía con sus padres mientras intentaba tener éxito como periodista. No tenía buena memoria; solía olvidar fechas importantes como el aniversario de su novia, no podía recordar dónde había puesto las llaves de su coche y olvidaba que tenía comida en el horno. Y en el trabajo, por mucho que intentara no equivocarse, se le escapaban faltas de ortografía.

Pero Foer quedó asombrado al descubrir que algunas personas parecían muy distintas. Podían memorizar una baraja de naipes desordenada en solo treinta segundos o retener sin esfuerzo docenas de números de teléfono, nombres, caras, acontecimientos o fechas. Dale un poema cualquiera a una de esas personas y, al minuto, te lo pueden recitar de memoria.

Foer estaba celoso. Esos brillantes maestros de la memoria, pensó, debían tener el cerebro cableado de un modo inusual que les ayudaba a recordar fácilmente cantidades prodigiosas de datos.



El periodista Joshua Foer preparándose para competir en los Campeonatos de Memoria de Estados Unidos. Los auriculares y el antifaz con agujeros le ayudan a evitar las distracciones, las grandes enemigas del memorizador competitivo. Este es un firme recordatorio de que es mejor que te concentres sin distracciones si realmente quieres fijar algo en tu memoria.

Pero los ases de la memoria con los que Foer habló insistieron en que anteriormente su capacidad para recordar, sin entrenamiento alguno, era perfectamente normal. Por improbable que pareciera, afirmaban que eran antiguas técnicas de visualización las que les permitían recordar las cosas tan rápida y fácilmente. Cualquiera puede hacerlo, oía Foer repetidamente. Incluso tú podrías hacerlo.[1]

Y así es como, en una de las situaciones más inverosímiles que Foer hubiera podido imaginar, un día estaba fijando la mirada en una baraja de naipes en la gran final del US Memory Championships (Campeonatos de Memoria de Estados Unidos).

> Como educadores, con nuestra insistencia para animar a los estudiantes a formar bloques más que simplemente a retener hechos aislados, a veces damos la impresión de que la memorización no es importante. («¿Por qué debería grabar una ecuación que puedo consultar?») Pero la memorización de hechos clave es esencial, ¡pues son esos hechos los que constituyen las semillas para el proceso creativo de formación de bloques! La lección importante es que para formar segmentos debemos continuar barajando y jugando mentalmente con las cosas que hemos memorizado.
>
> FORREST NEWMAN, *profesor de Astronomía y Física, Colegio universitario Sacramento City*

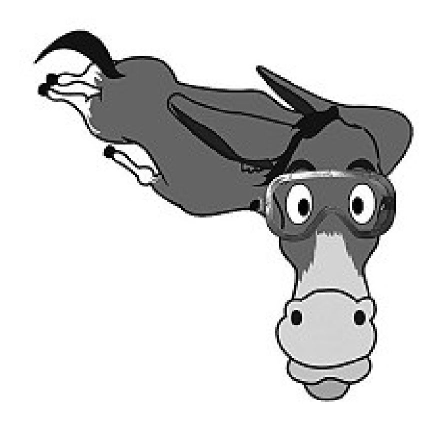
¿PUEDES RECORDAR DÓNDE ESTÁ LA MESA DE TU COCINA? TU HIPERDESARROLLADA MEMORIA VISUAL Y ESPACIAL

Quizá te sorprenda saber que tenemos extraordinarios sistemas de memoria visual y espacial. Cuando usas técnicas que se basan en ellos, no estás cimentándolo solo en la pura repetición para grabar información en tu cerebro. En cambio, estás usando enfoques divertidos, memorables y creativos que hacen más fácil ver, sentir u oír lo que quieres recordar. Incluso mejor, esas técnicas liberan tu memoria de trabajo. Agrupando las cosas mediante una lógica a veces rocambolesca pero fácil de recordar, potencias fácilmente tu memoria a largo plazo. Eso te puede ayudar mucho a eliminar el estrés durante los exámenes.

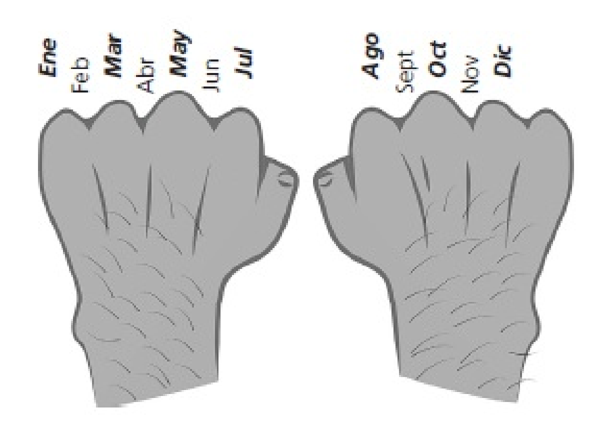
Voy a explicar lo que quiero decir cuando hablo de tu buena memoria visual y espacial. Si te pidieran que miraras el interior de una casa en la que nunca habías estado, al poco rato tendrías una idea del aspecto general de los muebles, la distribución de las habitaciones, los colores predominantes, los medicamentos en el botiquín del baño (¡toma!). En solo unos minutos, tu mente adquiriría y retendría miles de retazos nuevos de información. Incluso semanas después, todavía tendrías mucho más en tu mente que si hubieras pasado aquel mismo rato mirando una pared vacía. Tu mente está construida para retener ese tipo de información general sobre un lugar.

Los trucos de memoria usados por los expertos, antiguos y modernos, aprovechan estas capacidades, naturalmente hiperdesarrolladas, para la memorización visual y espacial. Nuestros antepasados nunca necesitaron una vasta memoria para los nombres o los números. Pero sí requerían memoria para recordar el camino de vuelta a casa tras tres días cazando ciervos o el lugar cercano al campamento donde podían encontrar bayas. Estas necesidades evolutivas ayudaron a fijar sistemas superiores de memoria para saber«dónde están las cosas y qué aspecto tienen».

EL PODER DE LAS IMÁGENES VISUALES MEMORABLES



Para comenzar a crear un recuerdo aprovechando tu sistema de memoria visual, intenta construir una imagen visual que sea memorable y que represente algún concepto clave que quieras retener.[2] Por ejemplo, aquí tienes una imagen que podrías usar para recordar la segunda ley de Newton: $f = ma$. (Se trata de una ecuación fundamental que relaciona la *fuerza* con la *masa* y la *aceleración*, y que a la humanidad solo le costó alrededor de 200.000 años descubrir.) Al recordar la imagen y pensar: «¡Fiuuu! Mula Acelerando», puedes recuperar las letras *f*, *m* y *a* de la fórmula. Bueno, si quieres recordar la *f* de otro modo, es cosa tuya.



Un truco de memoria creativo: los meses correspondientes a los nudillos de las manos tienen treinta y un días. Como observó un estudiante universitario de cálculo: «Curiosamente, con este simple truco de memoria no creo que olvide jamás los meses de treinta y un días, lo cual me sorprende. Diez segundos para aprender algo que he evitado aprender durante veinte años porque pensaba que sería demasiado tedioso ponerse a repetirlo para memorizarlo».

Parte del motivo por el que una imagen es tan importante para la memoria es que las figuras conectan directamente con los centros visoespaciales de tu hemisferio cerebral derecho.[3] La imagen te ayuda a encapsular un concepto aparentemente tedioso y difícil de recordar mediante el aprovechamiento de las áreas visuales, que tienen una rica capacidad de rememoración.

Cuantos más ganchos neuronales puedas construir evocando los sentidos, tanto más fácil te resultará recordar el concepto y lo que significa. Además de *ver* la mula, puedes *oler* la mula y *sentir* la misma presión del viento que está sintiendo la mula. Incluso puedes *oír* el silbido del viento. Cuanto más divertidas y evocativas sean las imágenes, tanto mejor.

LA TÉCNICA DEL PALACIO DE MEMORIA

La técnica del palacio de memoria implica rememorar un lugar con el que estés familiarizado, como el interior de tu casa, y usarlo como una especie de bloc de notas visual donde puedes depositar imágenes-concepto que quieres recordar.

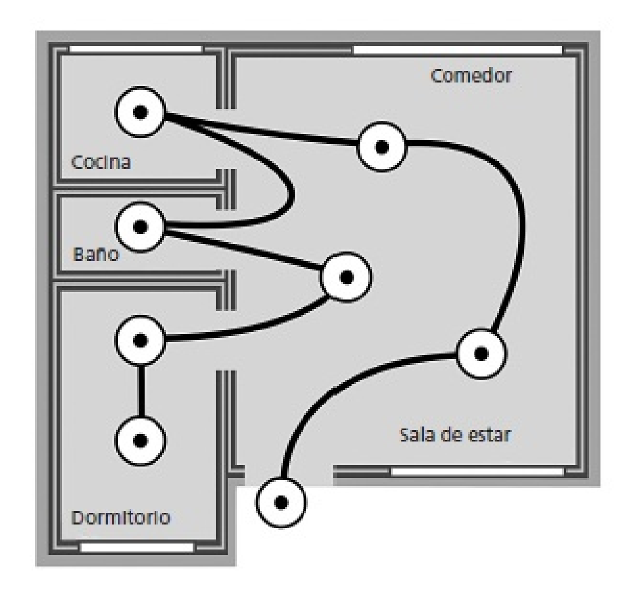
Todo lo que necesitas es el recuerdo de un sitio familiar: tu casa, tu camino a la escuela o tu restaurante favorito. ¡Y *voilà*! En un abrir y cerrar de ojos imaginativos, se convierte en el palacio de memoria que usarás como tu bloc de notas.

La técnica del palacio de memoria es útil para recordar cosas que no están relacionadas entre ellas, como una lista de la compra (leche, pan, huevos). Para usar la técnica, podrías imaginar una gigantesca botella de leche justo en la entrada de tu casa, el pan encima del sofá, y un huevo roto derramándose por el borde de una mesa. En otras palabras, te imaginarías a ti mismo caminando por un lugar que conoces bien, adornado con imágenes chocantes y fácilmente memorables de aquello que quieras recordar.

Digamos que estás intentando recordar la escala de dureza de los minerales, que va del 1 al 10 (talco 1, yeso 2, calcita 3, fluorita 4, apatita 5, ortoclasa 6, cuarzo 7, topacio 8, corindón 9, diamante 10). Puedes inventarte una frase mnemotécnica: Terribles Yetis Cazan Feroces Aligátores y Otros Cocodrilos Tirándoles Certeros Dardos. El problema es que todavía puede ser difícil recordar la frase. Pero la cosa mejora si haces intervenir al palacio de memoria. En la puerta de tu casa hay un terrible yeti con una cerbatana. Una vez dentro, encuentras un feroz aligátor... Ya pillas la idea. Si estás estudiando economía, finanzas, química o lo que sea, puedes usar el mismo enfoque.

La primera vez que hagas esto, será lento. Cuesta un poco invocar una imagen mental sólida. Pero cuanto más lo haces, más rápido se vuelve. Un estudio demostró que una persona, utilizando la técnica del palacio de memoria, podía recordar más del 95 % de una lista de entre cuarenta y cincuenta cosas tras practicar solo una o dos veces el paseo por la mente, usando como referencia el edificio de la universidad local.[4] Al usar la mente de este modo, la memorización puede convertirse en un excelente ejercicio de creatividad que al mismo tiempo crea ganchos neuronales para una creatividad todavía mayor. ¿Qué más se puede pedir? (Bueno, quizás hay un inconveniente: como este método invoca tu sistema visoespacial, no te conviene usar la técnica del palacio de memoria

cuando estás haciendo otras tareas de percepción del espacio, como conducir.[5] La distracción podría ser peligrosa.)



Recorre tu palacio de memoria y ve colocando ahí tus imágenes memorables. Es una manera muy útil de recordar listas como los cinco elementos de una historia o los siete pasos del método científico.

¡AHORA TÚ!

Usa el palacio de memoria

La destacada profesora de anatomía Tracey Magrann aplica la técnica del palacio de memoria al aprendizaje de las cinco capas de la epidermis:[j]

«La epidermis tiene cinco capas. De la más profunda a la más superficial son: stratum basale, *stratum spinosum, stratum granulosum, stratum lucidum* y *stratum corneum.* Para recordar la más profunda, piensa que está en la base (subterránea) de una casa. Es el *stratum basale*. Para llegar del sótano (la capa más profunda) al tejado (la capa más superficial), subes por las escaleras y sales al jardín... ¡Cuidado! No tropieces con el cactus, que tiene muchas espinas *(stratum spinosum)*. Después

entras en la cocina, donde se ha caído la azucarera, dejando el suelo lleno de granos de azúcar *(stratus granulosum)*. Entonces subes al piso de arriba que, lógicamente, es el que tiene más luz *(stratum lucidum)*. Antes desubir al tejado para tomar el sol, te pones el protector solar. El *stratum lucidum* es como una capa de crema porque te da protección frente a los rayos ultravioletas, pero solo está presente en las palmas de las manos y las plantas de los pies, o sea que aquí puedes imaginar que usas las manos para ponerte el protector. Ahora ya estás listo para subir al tejado a tomar el sol, pero si usas lentillas no olvides quitártelas para evitar molestias en la córnea *(stratum corneum)*, la parte exterior de los ojos».

¿Se te ocurre alguna manera de usar el palacio de memoria en tus estudios?

Las canciones que te ayudan a consolidar ideas en la mente están relacionadas con la técnica del palacio de memoria en el sentido de que también usan preferentemente el hemisferio derecho del cerebro. Hay melodías para recordar las soluciones de la ecuación de segundo grado, los volúmenes de figuras geométricas, y muchos otros tipos de ecuaciones. No tienes más que buscar «fórmula cuadrática» y «canción» en Google para encontrar ejemplos,[k] o inventa tu propia canción. Muchas canciones de guardería usan gestos junto a la canción para ayudar a recordar la letra. El uso de movimientos que signifiquen algo, como un giro o un pequeño salto, puede aportar incluso más ganchos neuronales para retener las ideas en la memoria, porque el movimiento produce sensaciones que se convierten en parte de la retentiva.

Este tipo de técnicas pueden ser útiles para muchas cosas además de ecuaciones, conceptos y listas de la compra. Incluso las charlas y presentaciones, esas experiencias en las que a veces temes quedarte petrificado, pueden volverse mucho más fáciles cuando te das cuenta de que algunas imágenes fáciles de recordar pueden ayudarte a retener en la mente los conceptos clave que quieres explicar. Todo lo que necesitas es asociar las ideas esenciales de las que quieres hablar a imágenes memorables. Mira la magistral charla de Joshua Foer en www.ted.com si quieres ver una demostración de la técnica del palacio de memoria para recordar discursos.[6] Si quieres ver cómo aplicar estas ideas

directamente a la memorización de fórmulas, prueba el sitio web SkillsToolbox.com, donde puedes encontrar una lista de imágenes para recordar símbolos matemáticos.[7] (Por ejemplo, el símbolo de la división / es un tobogán infantil.)

Las ayudas a la memoria, ya sean imágenes memorables, canciones pegajosas o palacios fáciles de imaginar son útiles porque te ayudan a concentrarte y prestar atención en situaciones en las que tu mente tendería a distraerse. Te ayudan a recordar que el significado es importante para recordar, incluso aunque el sentido inicial sea descabellado. En pocas palabras, las técnicas de memorización te invitan a hacer que todo lo que aprendas en tu vida esté lleno de sentido y sea memorable y divertido.

SINTONÍAS PARA EJERCITAR LA MENTE

En clase de química nos hablaron del número de Avogadro, 6,02214 10^{23}, y ninguno de nosotros podía recordarlo. Así que uno de mis amigos se inventó una canción sobre él con una melodía que tomó prestada de un anuncio de cereales Golden Grahams (que resultó ser una canción mucho más antigua titulada *Oh, Them Golden Slippers*). De modo que ahora, treinta años después y como estudiante adulto, todavía recuerdo el número de Avogadro gracias a esa canción.

MALCOLM WHITEHOUSE, *estudiante de cuarto curso de Ingeniería Informática*

CONSEJOS DE LA SUPERPROFESORA TRACEY
PARA LA MEMORIA

Caminar de un lado para otro, e incluso comer algo antes de empezar, pueden resultar útiles cuando estás memorizando porque el cerebro usa mucha energía durante las actividades mentales. También es importante utilizar durante el

aprendizaje múltiples áreas del cerebro. Usamos la corteza visual del cerebro para recordar lo que vemos, la corteza auditiva para lo que oímos, y la corteza motora para lo que agarramos y movemos. Si utilizamos más áreas del cerebro mientras aprendemos, construimos pautas de memoria más fuertes, tejiendo una red más densa que tiene menos probabilidades de caer en el olvido durante las tensiones de un examen. Por ejemplo, en el laboratorio de anatomía, los estudiantes deberían coger los modelos anatómicos, cerrar los ojos, sentir cada estructura y pronunciar en voz alta el nombre de cada parte. Podéis saltaros los sentidos del olfato y del gusto... ¡hay que poner algún límite!

TRACEY MAGRANN, *profesora de Biología, Saddleback College*

EN RESUMEN

- La técnica del palacio de memoria, situar imágenes memorables en una escena que te sea familiar, te ayuda a aprovechar la potencia de tu sistema de memoria visual.
- Aprender a usar tu memoria de una manera más disciplinada pero más creativa te ayuda a aprender cómo concentrar tu atención, incluso con la creación de conexiones difusas y extravagantes que dan lugar a recuerdos más sólidos.
- Si entiendes lo que memorizas, puedes interiorizarlo de un modo profundo. Y estás reforzando la biblioteca mental que necesitas para convertirte en un genuino experto en la materia de la que se trate.

PÁRATE A PENSAR

Cierra el libro y aparta la mirada. ¿Cuáles eran las ideas principales de este capítulo? Mañana, cuando te levantes y estés empezando tus rutinas diarias, intenta comprobar qué ideas clave puedes recordar.

POTENCIA TU APRENDIZAJE

1. Describe una imagen que podrías utilizar para que te ayudara a recordar una ecuación importante.

2. Escoge cualquier lista de cuatro o más ideas, o conceptos clave de cualquiera de tus clases. Describe cómo codificarías esas ideas en forma de imágenes memorables y explica dónde las colocarías en tu palacio de memoria. (Por el bien de tus profesores, es aconsejable que censures algunas de tus imágenes más memorables. Como dijo una vez una aguda actriz británica: «No me importa lo que hagan, siempre y cuando no lo hagan en la calle y asusten a los caballos».)

3. Explica la técnica del palacio de memoria de una manera que tu abuela pudiera entender.

LAS HABILIDADES ESPACIALES SE PUEDEN APRENDER: LA VISIONARIA PROFESORA DE INGENIERÍA SHERYL SORBY



Sheryl Sorby es una ingeniera galardonada cuyos intereses científicos incluyen el diseño de gráficos en 3D para visualizar comportamientos complejos. A continuación nos explica su historia:[8]

> «Muchas personas creen erróneamente que la inteligencia espacial es una cantidad fija: la tienes o no la tienes. Estoy aquí para decir enfáticamente que eso no es así. De hecho, soy la prueba viviente de que las habilidades espaciales pueden aprenderse. Me faltó poco para abandonar mi vocación como ingeniera debido al pobre desarrollo de mis habilidades espaciales, pero trabajé en ellas, las desarrollé, y terminé la carrera con éxito. A causa de las dificultades con mis habilidades espaciales como

estudiante, he dedicado mi carrera a ayudar a los alumnos para que desarrollen las suyas. Virtualmente, todos los estudiantes con los que he trabajado han sido capaces de mejorar a través de la práctica.

»La inteligencia humana tiene muchas formas, desde la musical a la verbal y la matemática y más allá. Una forma importante es el pensamiento espacial. Las personas con una alta inteligencia espacial pueden imaginar qué aspecto tendrán los objetos desde un punto de vista diferente, tras hacerlos girar o cortarlos en dos. En algunos casos, la inteligencia espacial podría ser la capacidad de ver qué camino seguirías para llegar de un lugar a otro, equipado solo con un mapa.

»Se ha demostrado que la capacidad de pensar en términos espaciales es importante para el éxito en carreras como la ingeniería, la arquitectura, la informática y muchas otras. Piensa en la tarea de los controladores aéreos, que deben imaginar las rutas de vuelo de varios aviones al mismo tiempo, asegurando que sus trayectorias no se crucen. Imagina también las habilidades espaciales que necesita un mecánico de automoción para juntar las partes de un motor al montarlo. En estudios recientes, la inteligencia espacial se ha relacionado con la creatividad y la innovación. En otras palabras, cuanto mejor seas en pensamiento espacial, ¡más creativo e innovativo serás!

»Hemos descubierto que la razón por la que algunos estudiantes tienen pocas habilidades espaciales es probablemente que no tuvieron muchas experiencias infantiles que les ayudaran a desarrollar esas habilidades. Los que pasaron mucho tiempo desmontando cosas y armándolas de nuevo tienen típicamente una buena capacidad espacial. Algunos niños y niñas que practicaban deportes de ciertos tipos tienen una buena capacidad espacial. Piensa en el baloncesto. Los jugadores tienen que imaginar el arco necesario para que el balón llegue al cesto desde cualquier lugar de la pista.

»Sin embargo, incluso si alguien no hizo ese tipo de cosas durante su infancia, no es demasiado tarde. Las habilidades espaciales pueden desarrollarse bien entrada la etapa adulta: solo se necesita práctica y paciencia.

»¿Qué puedes hacer? Intenta dibujar cuidadosamente un objeto, y luego prueba de nuevo desde un punto de vista diferente. Juega a juegos de ordenador en 3D. Haz rompecabezas en 3D (¡quizá tengas que empezar por los rompecabezas en 2D!). Quita el GPS y, en su lugar, intenta utilizar un mapa para navegar. Sobre todo, no te rindas: al contrario, ¡sigue trabajando en ello, sin más!».

11

MÁS CONSEJOS PARA LA MEMORIA

CREA UNA VÍVIDA METÁFORA O ANALOGÍA VISUAL

Una de las mejores cosas que puedes hacer no solo para recordar sino para entender conceptos científicos y matemáticos es crear una metáfora o analogía para ello: a menudo, cuanto más visual mejor.[1] Una metáfora es solo una manera de darse cuenta de que una cosa es de algún modo similar a otra. Ideas simples como la descripción, hecha por un profesor de geografía, de la forma de Siria como si fuera una taza de cereales y de Jordania como una zapatilla deportiva Nike Air Jordan, pueden pegarse a la memoria de un estudiante durante décadas.

Si estás intentando entender la corriente eléctrica, puede ser útil visualizarla como agua. En esta analogía, el voltaje eléctrico sería como la presión. El voltaje ayuda a empujar la corriente hacia donde quieres que vaya, igual que una bomba hidráulica usa la presión física para empujar el agua de verdad. A medida que tu comprensión de la electricidad —o de cualquier otro tema que estés estudiando — se haga más sofisticada, puedes revisar tus metáforas o descartarlas y crear otras más significativas.

Si estás estudiando cálculo e intentando comprender el concepto de límite, podrías visualizar un corredor avanzando hacia la línea de llegada. Al acercarse a ella, el atleta va aminorando. Es como una película en cámara lenta en la que el deportista nunca llega a alcanzar la cinta. Del mismo modo, nosotros nunca llegaríamos a alcanzar el límite. Dicho sea de paso, el pequeño libro *Calculus Made Easy* [El cálculo hecho fácil], de Silvanus Thompson, ha ayudado a generaciones de estudiantes a dominar el análisis matemático. A veces los libros

de texto pueden centrarse tanto en cada detalle que pierdes de vista los conceptos más importantes y generales. Pequeños manuales como *Calculus Made Easy* son una buena introducción porque nos ayudan a concentrarnos de una manera sencilla en las cuestiones más importantes.

A menudo resulta útil imaginar que tú eres el concepto que estás intentando entender. Ponte las cálidas y borrosas zapatillas del electrón que se abre paso a través de una lámina de cobre o cuélate dentro de la *x* de una ecuación algebraica y descubre qué se siente al asomar la cabeza al otro lado del espejo[1](pero procura que no explote con alguna inadvertida división por cero).

En física, puedes comparar un protón con alguien favorable (pro) a muchas causas justas o con una persona muy *pro*fesional, es decir virtudes positivas, para recordar que un protón tiene carga eléctrica positiva. En cuanto a los electrones, si alguna vez te has pillado los dedos con la electricidad, recordarás fácilmente que los electrones pueden ser muy negativos.

RAYOS DE LUNA Y SUEÑOS-ESCUELA

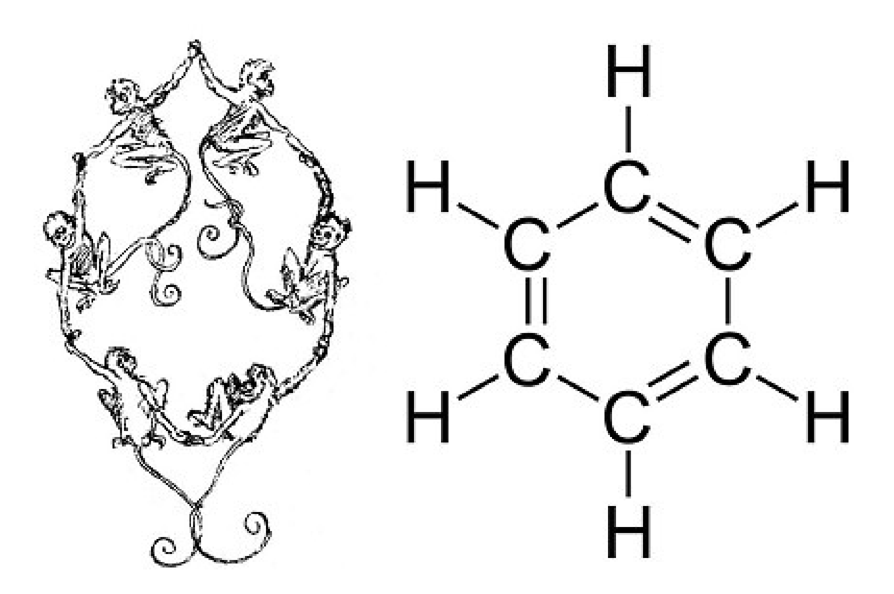
Siempre estudio antes de ir a la cama. Por alguna razón, suelo soñar con la materia que acabo de estudiar. La mayoría de las veces estos «sueños-escuela» son bastante extraños pero útiles. Por ejemplo, cuando estaba con una asignatura de investigación de operaciones, soñaba que estaba corriendo de aquí para allá entre los nodos de una red, realizando físicamente el algoritmo para hallar el camino más corto. La gente piensa que estoy loco, pero yo creo que es genial; significa que no tengo que estudiar tanto como otras personas. Supongo que estos sueños se deben a que construyo metáforas subconscientemente.

ANTHONY SCIUTO, *estudiante de cuarto curso de Ingeniería Industrial y de Sistemas*

Las metáforas nunca son perfectas. Pero es que todos los modelos científicos son

solo metáforas, lo que significa que también pierden su validez a partir de cierto punto.[2] Pero no te preocupes por eso: las metáforas (¡y los modelos!) tienen importancia vital para obtener una comprensión palpable de la idea central tras el proceso o concepto científico o matemático que estás intentando entender. Resulta interesante el hecho de que las metáforas y analogías son útiles para sacar a las personas del *Einstellung*: el bloqueo por afrontar un problema con un enfoque inadecuado. Por ejemplo, explicar un relato sencillo sobre soldados que atacan una fortaleza desde varias direcciones a la vez puede abrir puertas a la creatividad de los estudiantes para que intuyan qué dosis de rayos de baja intensidad resulta efectiva para destruir un tumor canceroso.[3]

METÁFORAS Y VISUALIZACIÓN EN LA CIENCIA



Las metáforas y la visualización, ser capaz de ver algo en tu interior, han sido singularmente poderosas en su contribución al avance del mundo científico y la ingeniería.[4] En el siglo [U[, por ejemplo, cuando los químicos empezaron a imaginar y visualizar el mundo en miniatura de las moléculas, empezaron a hacerse progresos muy significativos. Aquí tenemos una deliciosa ilustración de un anillo de benceno formado por monos: proviene de una parodia, impresa en 1886[5] como una broma entre colegas, de aspectos de la vida académica de los químicos en Alemania. Cabe destacar los enlaces

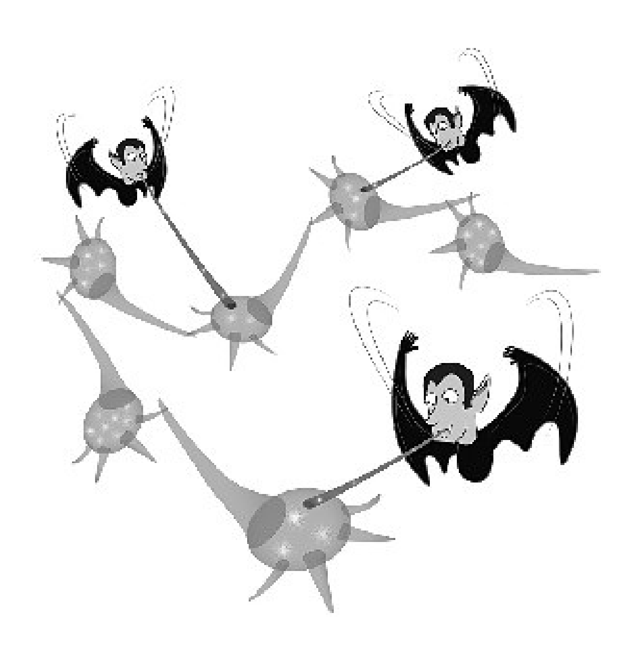
simples representados por las manos de los monos y los enlaces dobles visualizados mediante sus diminutas colas.

Las metáforas también ayudan a fijar una idea en tu mente, porque establecen una conexión con estructuras neuronales que ya existen. Es como copiar una pauta con papel de calco: las metáforas, por lo menos, te ayudan a hacerte una idea de lo que está pasando. Si alguna vez no se te ocurre ninguna metáfora, simplemente coge un bolígrafo o un lápiz y pon una hoja de papel ante ti. Ya sea usando palabras o imágenes, a menudo te quedarás asombrado de lo que te saldrá con tan solo garabatear uno o dos minutos.

REPASO ESPACIADO PARA AYUDAR A ALOJAR LAS IDEAS EN LA MEMORIA

Concentrar tu atención hace entrar algo en tu memoria de trabajo temporal. Pero para que ese algo vaya de la memoria de trabajo a la de largo plazo deberían ocurrir dos cosas: la idea debería ser **memorable** (¡*hay una gigantesca mula acelerada rebuznando* $f = ma$ *en mi sofá*!) y debes **repetirla**. Si no, tus procesos metabólicos naturales, como diminutos vampiros, simplemente sorben la energía de las tenues pautas de conexiones recién formadas. Esta eliminación vampírica de pautas tenues en realidad es algo bueno. Mucho de lo que te pasa por la cabeza es básicamente trivial: si lo recordaras todo, acabarías atrapado por una inmensa colección de recuerdos inútiles, como las personas que acumulan grandes cantidades de comida u objetos en su casa.

La repetición es importante; incluso cuando haces algo memorable, la ayuda a mantener ese algo memorable firmemente empotrado en la memoria a largo plazo. Pero ¿cuántas veces deberías repetir algo o repasar un material?



Si no das importancia a la repetición de lo que quieres recordar, tus vampiros metabólicos pueden sorber la pauta neuronal relacionada con ese recuerdo antes de que pueda fortalecerse y consolidarse.

¿Cuánto deberías esperar entre repasos?[6] Y ¿hay algo que puedas hacer para que el proceso sea más efectivo?

La investigación nos ha dado pistas muy útiles. Tomemos un ejemplo práctico. Digamos que quieres recordar información relacionada con el concepto de densidad: concretamente que se simboliza mediante un símbolo de aspecto curioso, r, que se pronuncia «ro», y que se mide en unidades estándar de kilogramos por metro cúbico.

¿Cómo puedes consolidar esta información en la memoria de un modo conveniente y efectivo? (Ahora ya sabes que poner pequeños bloques de información como este en tu memoria a largo plazo contribuye a construir gradualmente tu comprensión general de una materia.)

Podrías tomar una tarjeta y escribir «ro» en una cara y la información restante en la otra. Parece que escribir te ayuda a codificar más profundamente (o sea, convertir en estructuras neuronales de memoria) lo que estás intentando aprender. Mientras estás escribiendo «kilogramos por metro cúbico», podrías

imaginar un oscurecido kilogramo (¡siente su peso!) dentro de un enorme cofre cúbico de un metro de lado. Cuanto más puedas convertir lo que estás intentando recordar en algo memorable, más fácil será recuperarlo. Te conviene pronunciar la palabra y su significado en voz alta, para empezar a fijar ganchos auditivos al material de estudio.

Ahora, observa la cara de la tarjeta con la «r» e intenta rememorar lo que está en el reverso. Si no puedes, dale la vuelta para recordar lo que se supone que debes saber. Si puedes rememorarlo, deja la tarjeta.

Ahora haz otra cosa, quizá preparar otra tarjeta y ponerte a prueba con ella. Cuando tengas varias fichas juntas, prueba con todas a ver si puedes recordarlas. (Eso te ayuda a intercalar tu aprendizaje.) No te sorprendas si te cuesta un poco. Tras unos cuantos intentos con tus tarjetas, déjalas. Espera y vuelve a ellas antes de ir a dormir. Recuerda que durante el sueño tu mente repasa las pautas y halla soluciones.

Repite brevemente lo que quieres aprender a lo largo de varios días, quizá durante unos cuantos minutos cada mañana o cada tarde, y cambia el orden de las tarjetas de vez en cuando. Incrementa gradualmente el tiempo entre repeticiones a medida que el material se vaya afianzando en tu mente. Incrementando el espaciado según adquieras más confianza en tu habilidad, asentarás los conocimientos con mayor firmeza.[7] (Los buenos sistemas de tarjetas de aprendizaje, como Anki, incorporan una programación ordenada para el repaso en una escala que va de días a meses.)

Resulta interesante que una de las mejores maneras de recordar los nombres de las personas sea simplemente intentar rememorar dichos nombres a intervalos de tiempo crecientes tras aprenderlo por primera vez.[8] Lo que no repasas se descarta y olvida más fácilmente. Tus vampiros metabólicos sorben los enlaces a los recuerdos. Por eso es recomendable que vayas con cuidado cuando decidas qué partes te saltarás al repasar de cara a los exámenes. Puede disminuir tu capacidad para recordar materiales relacionados pero que no hayas repasado.[9]

EL REPASO ESPACIADO: ¡ÚTIL PARA ESTUDIANTES Y PROFESORES!

He estado aconsejando a mis estudiantes que practicaran el repaso espaciado a lo largo de días y semanas, no solo en mis clases de análisis, sino también en mi asignatura de Historia de la Ingeniería en la Antigüedad. Cuando se memorizan nombres y términos extraños, siempre es mejor practicar a lo largo de varios días. De hecho, esto es precisamente lo que hago yo cuando me estoy preparando para dar las clases: repetir los términos en voz alta a lo largo de un período de varios días, de modo que me salgan de manera natural cuando los pronuncio en clase.

FABIAN HADIPRIONO TAN, *profesor de Ingeniería Civil, Universidad Estatal de Ohio*

¡AHORA TÚ!

Crea una metáfora para ayudarte a aprender

Piensa en algún concepto que estés estudiando actualmente. ¿Hay otro proceso o idea en algún ámbito completamente distinto que de algún modo parezca similar a lo que estás estudiando? A ver si puedes dar con una metáfora útil. (¡Puntos extra si hay un toque de absurdidad!)

INVENTA AGRUPACIONES CON SIGNIFICADO

Otra clave de la memorización es crear agrupaciones con significado que simplifiquen la materia estudiada. Digamos que quieres recordar cuatro plantas que sirven para ahuyentar a los vampiros: ajo, rosa, majuelo y mostaza. Si coges la primera sílaba de cada una de las tres primeras palabras tienes a-ro-ma, y si

combinas esta palabra con la última de la lista, solo necesitarás recordar «aroma de mostaza». (También puedes visualizar una taza humeante, para recordar «mos-taza» y «a-ro-ma», y ponerla en la cocina de tu palacio de memoria.)

Es mucho más fácil recordar los números asociándolos a acontecimientos memorables. El año 1965 podría ser el del nacimiento de algún familiar tuyo, por ejemplo. O puedes asociar los números con medidas con las que estés familiarizado. Por ejemplo, 11.0 segundos es una buena marca para los cien metros lisos. O 75 podría ser el número de puntos necesarios para la confección de los gorros de esquí que te gusta tejer. Personalmente, me gusta asociar los números con los sentimientos que tenía o tendré a la edad correspondiente. El número 18 es fácil: es cuando empecé a abrirme paso en el mundo. A los 104, ¡seré una vieja pero feliz bisabuela!

En muchas disciplinas se usan frases memorables para que los estudiantes memoricen conceptos; la primera letra de cada palabra de la frase es también la primera letra de cada palabra de una lista que debe memorizarse.

La medicina, por ejemplo, está llena de trucos mnemotécnicos, entre los cuales están (en inglés): *Some Lovers Try Positions that They Can't Handle* [Algunos amantes intentan posturas que no pueden controlar], para memorizar los nombres de los huesos carpianos de la mano, y *Old People from Texas Eat Spiders* [Los ancianos de Texas comen arañas], para recordar los huesos del cráneo.

Otro ejemplo (también en inglés) es para la estructura de incrementos de diez en diez del sistema decimal: *King Henry died while drinking chocolate milk* [El rey Enrique murió mientras bebía leche con cacao]. Esto corresponde a kilo: 1.000; hecto: 100; deca: 10; *while* [mientras] representa 1; deci: 0,1; centi: 0,01; mili: 0,001.[m]

Con el paso del tiempo, tales trucos de memoria demuestran ser muy útiles. Si estás memorizando algo que se usa a menudo, mira en Internet si alguien ha inventado algún truco mnemotécnico que sea particularmente memorable. Si no, intenta crearlo por tu cuenta.

CUIDADO CON CONFUNDIR LOS TRUCOS DE MEMORIA
Y EL AUTÉNTICO CONOCIMIENTO

En química tenemos la frase *skit ti vicer man feconi kuzin*, que tiene la cadencia de una canción de rap. Representa la primera fila de los metales de transición de la tabla periódica (Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn). Luego, el resto de los metales de transición pueden situarse en una tabla periódica en blanco mediante otros trucos de memoria. Por ejemplo, los estudiantes recuerdan que deben situar Ag (plata) y Au (oro) en el mismo grupo vertical que Cu (cobre) porque los tres se usan para hacer monedas.

Desgraciadamente, algunos estudiantes deducen erróneamente que esta es la razón por la que dichos metales están en la misma columna: porque se usan para hacer monedas. La verdadera razón tiene que ver con similitudes en las propiedades químicas y los enlaces.

Este es un ejemplo de cómo a veces los estudiantes confunden un truco de memoria con verdadero conocimiento. Ten

siempre cuidado de no confundir lo que ocurre realmente con la metáfora que estás usando como ayuda para la memoria.

WILLIAM PIETRO, *profesor de Química, Universidad de York, Toronto, Ontario*

INVÉNTATE CUENTOS

Fíjate en que los grupos mencionados anteriormente a menudo crean un significado a través de un relato, aunque sea corto. ¡El pobre rey Enrique no debió beberse aquella leche con cacao! En general, contar historias siempre ha tenido una gran importancia para hacer que la información fuera fácil de comprender y de recordar. La profesora Vera Pavri, historiadora de Ciencia y Tecnología de la Universidad de York, les dice a sus estudiantes que no piensen en las lecciones como lecciones sino como historias que tienen argumento,

personajes y una motivación general respecto a lo que se explica. Las mejores clases de matemáticas y ciencias a menudo se presentan como relatos de intriga, empezando con un problema que pica la curiosidad y que tienes que resolver. Si tu profesor o tu libro no presentan la materia a partir de alguna pregunta que te cree expectación, intenta encontrarla por tu cuenta, y entonces proponte responderla.[10] Y no olvides el valor de la narrativa cuando inventes trucos mnemotécnicos.

¡ESCRIBE!

Lo primero que subrayo cuando los estudiantes vienen a verme es que hay una conexión directa entre tu mano y tu cerebro, y que el acto de reescribir y organizar tus apuntes es esencial para descomponer grandes cantidades de información en bloques pequeños y digeribles. Tengo muchos alumnos que prefieren mecanografiar sus apuntes en un documento de Word o en una aplicación para presentaciones, y cuando tienen dificultades, lo primero que les recomiendo es dejar de teclear y empezar a escribir. En todos los casos, rinden más en la siguiente sección de la materia.

DR. JASON DECHANT, *, jefe de estudios, Desarrollo y Promoción de la Salud, Escuela de Enfermería, Universidad de Pittsburgh*

MEMORIA MUSCULAR

Ya hemos mencionado que escribir una tarjeta a mano parece ser de mucha ayuda para consolidar las ideas en la mente. Aunque hay pocas investigaciones en esta área,[11] muchos educadores han observado que parece existir una memoria muscular relacionada con la escritura a mano. Por ejemplo, cuando miras una ecuación por primera vez puede parecer totalmente desprovista de significado. Pero si la escribes atentamente en una hoja de papel unas cuantas

veces, te sorprenderá comprobar que la ecuación empieza a cobrar vida y significado en tu mente. En una línea parecida, algunos estudiantes se encuentran con que leer los problemas o las fórmulas en voz alta contribuye a una mejor comprensión. Lo que debes evitar son ejercicios como escribir una ecuación a mano cien veces. Las primeras pueden aportarte algo, pero al poco rato el ejercicio se convierte en una pérdida de tiempo, un tiempo que podrías aprovechar mejor de otro modo.

HABLA CONTIGO MISMO

A menudo les digo a mis estudiantes que hablen con ellos mismos en lugar de limitarse a usar el marcador fluorescente y hacer relecturas. Me miran con perplejidad, como si yo estuviera absolutamente loca (lo cual podría ser cierto). Pero muchos alumnos han venido a decirme después que el truco realmente funciona y que ahora es una de sus herramientas de estudio.

DINA MIYOSHI, *profesora asistente de Psicología,*
Colegio universitario San Diego Mesa

LA AUTÉNTICA MEMORIA MUSCULAR

Si realmente quieres potenciar tu memoria así como tu capacidad general de aprendizaje, parece que una de las mejores maneras de lograrlo es hacer ejercicio. Varios experimentos recientes tanto en animales como en humanos han hallado que el ejercicio regular puede dar lugar a mejoras sustanciales en tu memoria y capacidad de aprendizaje. El deporte, según parece, ayuda a crear nuevas neuronas en áreas relacionadas con la memoria. También crea nuevas rutas de señalización.[12] Parece que distintos tipos de ejercicio como correr y caminar, por ejemplo, en contraste con el entrenamiento de fuerza, pueden tener

efectos moleculares sutilmente distintos. Pero tanto el ejercicio aeróbico como el de resistencia ejercen efectos con un poder similar sobre la memoria y el aprendizaje.

LOS TRUCOS DE MEMORIA TE AYUDAN A CONVERTIRTE EN UN EXPERTO MÁS RÁPIDAMENTE

Este es el mensaje principal. Si usas imágenes mentales en lugar de palabras para recordar las cosas, puedes avanzar más rápidamente hacia la condición de experto. Dicho de otro modo, aprender a procesar visualmente las ideas científicas y matemáticas es una poderosa manera de adquirir dominio de la materia estudiada.[13] Y el uso de otros trucos de memoria puede potenciar enormemente tu capacidad para aprender y retener los contenidos.

Los puristas pueden objetar que el uso de trucos surrealistas de memorización no es auténtico aprendizaje. Pero las investigaciones han demostrado que los estudiantes que usan este tipo de técnica rinden más que aquellos que no la usan.[14] Además, la investigación basada en imágenes[n] acerca de cómo las personas se convierten en expertos demuestra que tales herramientas de memoria aceleran la adquisición tanto de bloques como de perspectivas generales, contribuyendo a que los novatos se transformen en semiexpertos mucho más rápidamente, incluso en cuestión de semanas.[15] Los trucos de memoria permiten que las personas amplíen su memoria de trabajo con un acceso fácil a la memoria a largo plazo.

Y lo que es más, el mismo proceso de retentiva se convierte en un ejercicio de creatividad. Cuanto más memorices usando estas técnicas innovadoras, más ingenioso serás. Ello se debe a que estás construyendo desde muy pronto —incluso mientras estás interiorizando las ideas por primera vez— extravagantes e inesperadas oportunidades para futuras conexiones. Cuanto más practiques el uso de este tipo de músculo de la memoria, más fácilmente serás capaz de

recordar las cosas. Si al principio podía costarte quince minutos construir una imagen evocativa para una ecuación y colocarla, por ejemplo, en el desagüe de tu palacio de memoria, después una tarea similar puede costarte solo unos minutos o unos segundos.

También te darás cuenta de que cuando empiezas a interiorizar aspectos clave del material de estudio, tomándote un poco de tiempo para que la memoria asimile los puntos más importantes, llegas a comprenderlo mucho más profundamente. Las fórmulas significarán mucho más para ti de lo que significarían si solo las consultaras en un libro. Y serás capaz de manejarlas con más habilidad en los exámenes y en las aplicaciones prácticas al mundo real.

Un estudio sobre cómo los actores memorizan sus guiones demostró que evitan la memorización literal. En cambio, se basan en la comprensión de las necesidades y motivaciones de los personajes para recordar sus frases.[16] De un modo parecido, la parte más importante de tus prácticas de memorización es comprender qué significan realmente las fórmulas y los pasos que llevan a la solución de un problema. La comprensión también contribuye mucho al proceso de memorización.

LOS TRUCOS DE MEMORIA FUNCIONAN

Además de trabajar en mis estudios de ingeniería, estoy en el proceso de obtener mi licencia de paramédico (¡solo me faltan dos meses!) y tengo que memorizar una gran selección de fármacos y dosis tanto para pacientes adultos como pediátricos. Al principio esto parecía desbordante, especialmente porque habrá vidas en juego. Pero hallé rápidamente pequeños trucos que me facilitaron el aprendizaje. Digamos, por ejemplo, el fármaco furosemida, también llamado Lasix, que expulsa fluido del cuerpo. La dosis que necesitaba recordar era de 40 miligramos. Esto para mí fue una bendición, porque podía ver los números 4-0 en el nombre del fármaco (furosemida contiene «fur», que se parece a «four», o sea «cuatro» en inglés, y «o» que se parece a un 0). Son cosas como estas las que realmente pueden consolidar las ideas y el conocimiento en nuestras cabezas. Ahora ni siquiera tengo que pensar dos veces en ello. Realmente estupendo.

WILLIAM KOEHLER, *estudiante de segundo curso de Ingeniería Mecánica*

Puedes hacer una objeción diciendo que tú no eres creativo o que una ecuación o una teoría difícilmente podrían tener sus propias grandiosas motivaciones o quisquillosas necesidades emocionales para que puedas entenderlas y recordarlas mejor. Pero recuerda a ese niño interior de dos años. Tu creatividad infantil todavía está ahí: solo necesitas escucharla.

¡AHORA TÚ!

Canciones para ayudarte a aprender

Invéntate una canción para recordar una identidad, una integral o una fórmula científica que necesites para alguna clase. Tener algunos de estos conceptos importantes memorizados, mediante cualquier truco que necesites, hará que los problemas más complicados sean más fáciles y rápidos de resolver.

EN RESUMEN

- Las metáforas pueden ayudarte a aprender más rápidamente las ideas difíciles. • La repetición es decisiva para que puedas afianzar lo que quieres guardar en la memoria antes de que las ideas se desvanezcan.
- Las agrupaciones y abreviaciones significativas pueden ayudarte a simplificar y crear bloques con lo que estás intentando aprender, de modo que puedas guardarlo más fácilmente en la memoria.
- Las historias, aunque solo se usen como trucos de memoria tontos, pueden ayudarte a retener más fácilmente lo que estás intentando aprender.
- Escribir y pronunciar en voz alta lo que estás intentando aprender parece que potencia la retentiva.
- Practicar un deporte es poderosamente importante para que las neuronas crezcan y creen nuevas

conexiones.

PÁRATE A PENSAR

Recuerda lo importante que puede ser que en algunas ocasiones pienses en lo que estás estudiando en un lugar distinto de donde lo aprendiste por primera vez. Prueba esa técnica de nuevo cuando rememores las ideas clave de este capítulo. En ocasiones algunas personas evocan la sensación del lugar donde han estado estudiando habitualmente, incluso los blandos cojines de la butaca, la música o la decoración particulares de la cafetería donde solían sentarse, para ayudar a estimular un recuerdo.

POTENCIA TU APRENDIZAJE

1. Coge un pedazo de papel y garabatea para crear una metáfora visual o verbal de un concepto matemático o científico que estés intentando comprender actualmente.

2. Mira un capítulo de un libro de matemáticas o ciencias que estés leyendo. Inventa una pregunta acerca de ese material que te haría desear aprender más sobre él.

3. Justo antes de irte a dormir, repasa mentalmentealgo que estás intentando aprender. Para potenciar este proceso, repásalo una vez más cuando te despiertes.

12

APRENDE A VALORAR TU TALENTO

TRABAJA PARA CONSEGUIR UNA COMPRENSIÓN INTUITIVA

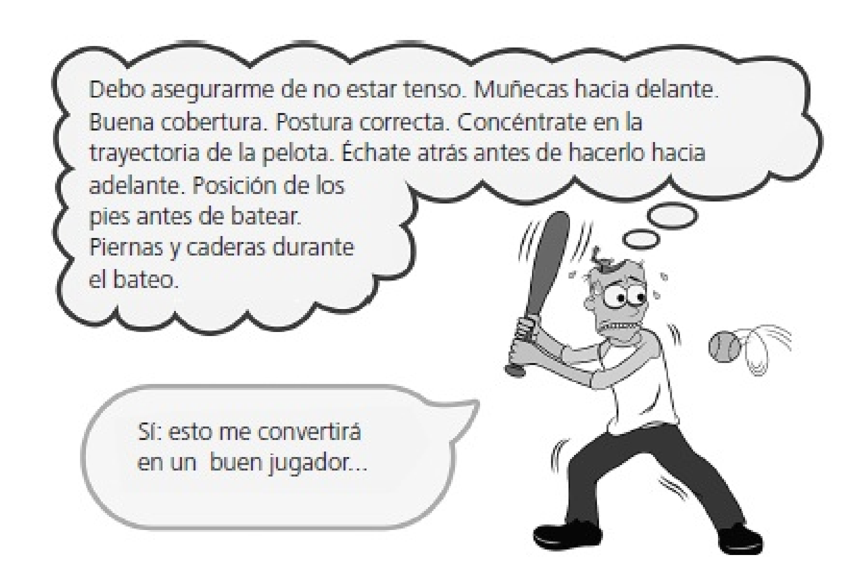
Los deportes pueden enseñarnos mucho sobre cómo hacer ciencia y matemáticas. En el béisbol, por ejemplo, no aprendes a batear en un día. En lugar de eso, tu cuerpo perfecciona el movimiento mediante una abundante repetición a lo largo de los años. La reiteración regular crea memoria de coordinación, de modo que tu cuerpo sabe qué hacer con un solo pensamiento, un bloque, en lugar de tener que recordar todos los complejos movimientos necesarios para golpear una bola.[1]

Del mismo modo, una vez entiendes por qué haces algo en ciencias y matemáticas, no necesitas seguir explicándote el cómo repetidamente cada vez que lo hagas. No te hace falta pasear por ahí con 100 habichuelas en el bolsillo y formar 10 filas de 10 habichuelas una y otra vez para entender que $10 \times 10 = 100$. A partir de cierto momento, ya te lo sabes de memoria. Por ejemplo, retienes la idea de que simplemente debes sumar los exponentes, esos pequeños números en la parte superior, para multiplicar números con la misma base ($10^4 \times 10^5 = 10^9$). Si usas el procedimiento muy a menudo, resolviendo muchos problemas de distintos tipos, te encontrarás con que entiendes el porqué y el cómo tras ese procedimiento mucho mejor que a partir de una explicación convencional de un profesor o de un libro. La mayor comprensión resulta del hecho de que tu mente ha construido las pautas de significado, en lugar de limitarte a aceptar lo que alguien más te ha explicado. Recuerda: las personas aprenden intentando interpretar la información que perciben. Raramente

aprenden nada complejo simplemente porque alguien se lo explique. (Entre los profesores de matemáticas existe el dicho: «Las matemáticas no son un deporte para espectadores».)

Los maestros de ajedrez, los médicos del servicio de urgencias, los pilotos de combate y muchos otros expertos tienen que tomar a menudo decisiones complejas rápidamente. Ignoran los pensamientos conscientes y, en cambio, confían en su intuición bien entrenada, basándose en su repertorio de bloques profundamente asimilados.[2] En ocasiones, la comprensión autoconsciente de por qué haces lo que haces solo sirve para que vayas más despacio e interrumpe la acción, dando lugar a decisiones peores.

Los profesores y los estudiantes, sin darse cuenta, pueden quedar atrapados en una excesiva adhesión a las reglas. En un curioso estudio que ilustra esto, se filmó a seis personas practicando la reanimación cardiopulmonar, de las cuales solo una era profesional de los primeros auxilios.[3] Entonces se pidió a otros profesionales que intentaran adivinar quién era su verdadero colega. El noventa por ciento de estos auténticos expertos acertaron en su elección, haciendo comentarios en la línea de «aparentemente sabía lo que hacía».[4] Los instructores de reanimación cardiopulmonar, en cambio, solo pudieron identificar al auténtico profesional un treinta por ciento de las veces.



Una vez comprendes por qué haces algo en *mates* y ciencias, no deberías estar siempre explicándote el cómo una y otra vez. Estos pensamientos excesivos pueden bloquearte.

Demasiado puntillosos, criticaban a los auténticos expertos de las filmaciones por cuestiones como no tomarse el tiempo necesario para una colocación correcta de las manos. Para los instructores, acatar las reglas con precisión se había convertido en algo más importante que el sentido práctico.

NO HACE FALTA ENVIDIAR AL GENIO

Del mismo modo en que los atletas olímpicos no cultivan su capacidad solo saliendo a correr un poco el fin de semana o levantando algunas pesas en su tiempo libre, los grandes maestros de ajedrez no construyen sus estructuras neuronales con un esfuerzo en el último momento. En lugar de eso, su base de conocimientos se desarrolla gradualmente a lo largo del tiempo y con abundante práctica para construir su comprensión del contexto general. Este tipo de entrenamiento sitúa las trazas de memoria principalmente en el almacén de la memoria a largo plazo, donde la pauta neuronal es de acceso rápido y fácil en cuanto se la necesita.[5]

Volvamos al maestro de ajedrez Magnus Carlsen, ese veloz genio de las partidas rápidas y también de las normales. Carlsen tiene una extraordinaria comprensión de las pautas de miles de partidas de ajedrez jugadas anteriormente: puede mirar una disposición de piezas sobre el tablero correspondiente a un final de partida, y decirte al instante a cuál pertenece de entre más de diez mil partidas de siglos pasados. Puede repasar rápidamente sus bloques de memoria para ver qué han hecho otros al afrontar situaciones parecidas a la que está afrontando él.[6]

Lo que consigue Carlsen no es inusual, aunque él lo hace mejor que todos los demás, excepto unos pocos jugadores de ajedrez del pasado y del presente. Es típico que los grandes maestros pasen por lo menos una década practicando y estudiando para aprender miles de pautas y bloques de memoria.[7] Estas pautas

de rápido acceso les permiten reconocer los elementos clave en cualquier momento de una partida mucho más velozmente que los aficionados; desarrollan un ojo profesional de modo que pueden intuir rápidamente la mejor jugada en cualquier situación.[8]

Pero un momento. Los maestros ajedrecistas y las personas que pueden multiplicar mentalmente números de seis cifras ¿no son simplemente personas con dotes innatas excepcionales? No necesariamente. Voy a explicártelo tal cual: sin duda, la inteligencia cuenta. Ser más listo a menudo equivale a tener una mayor memoria de trabajo. Tu espectacular memoria quizá sea capaz de retener nueve cosas en lugar de cuatro, y te aferras a ellas tozudamente, lo que te facilita el aprendizaje de las matemáticas y las ciencias.

Pero ¿sabes qué? También hace que te resulte más difícil ser creativo.

¿A qué se debe?

Es nuestro viejo amigo y enemigo: el *Einstellung*. La idea que ya tienes en mente te bloquea las ideas frescas. Una memoria muy eficiente puede aferrarse tanto a sus pensamientos que los nuevos no pueden asomar fácilmente. Una atención tan controlada podría beneficiarse de una refrescante brisa de THDA (Trastorno por Hiperactividad con Déficit de Atención): la capacidad, en otras palabras, de distraer tu atención incluso si no quieres distraerla. Tu habilidad para resolver problemas complejos puede hacer que te compliques con los problemas simples, buscando una respuesta elaborada y pasando por alto la solución, más simple y obvia. Las investigaciones han demostrado que las personas inteligentes pueden tener una considerable tendencia a andarse por las ramas de la complejidad. Quienes aparentemente poseen menos potencia intelectual, por otro lado, pueden llegar más fácilmente a las soluciones más simples.[9]

> La experiencia me ha demostrado una correlación casi inversa entre las notas altas en los exámenes de acceso a la universidad y las carreras exitosas a largo plazo. Ciertamente, muchos de los estudiantes con las notas más bajas alcanzaron grandes logros, mientras que una cantidad sorprendente de «genios» se perdieron por el camino por alguna razón u otra.[10]
>
> DR. BILL ZETTLER, *profesor de Biología, con larga experiencia académica y ganador del premio al Profesor del año 1999-2000, Universidad de Florida, Gainesville, Florida*

Si eres una de esas personas que no pueden retener en la mente muchas cosas a la vez, te despistas y empiezas a soñar despierto durante las clases y necesitas estar en un lugar tranquilo para concentrarte de modo que puedas usar tu memoria de trabajo al máximo, bueno, bienvenido al clan de los creativos. Tener una memoria de trabajo algo menor significa que puedes generalizar más fácilmente tu aprendizaje hacia nuevas combinaciones, más creativas. Como tu memoria de trabajo —que viene de las aptitudes para la concentración de la corteza prefrontal— no lo encierra todo de manera tan firme, te resulta más fácil recibir aportaciones de otras partes del cerebro. Estas otras áreas, que incluyen la corteza sensorial, no solo están más en sintonía con lo que ocurre a tu alrededor, sino que también son el origen de los sueños, por no mencionar las ideas creativas.[11] Puede que tengas que esforzarte más algunas veces (o incluso en muchas ocasiones) para entender las cosas. Pero cuando tengas algo ya convertido en bloque, podrás cogerlo y darle la vuelta una y otra vez, imprimiéndole un ritmo creativo del que ¡ni siquiera tú te creías capaz!

He aquí otro apunte para tu fábrica de bloques mentales: en el mundo del ajedrez, ese bastión de intelectuales, hay algunos jugadores de élite con cocientes de inteligencia prácticamente normales. Estos intelectos aparentemente medianos son capaces de superar a algunos ajedrecistas más inteligentes porque practican más.[12] Esa es la idea clave. Todo jugador de ajedrez, de nivel medio o

alto, cultiva el talento mediante la práctica. Es el entrenamiento, en particular el ejercicio deliberado de los aspectos más duros de lo que se estudia, lo que puede ayudar a elevar los cerebros medianos hasta el reino de aquellos con más dotes naturales. Del mismo modo que puedes practicar el levantamiento de pesas para, con el tiempo, desarrollar los músculos, también puedes practicar ciertas pautas mentales que se desarrollan y profundizan en tu intelecto. Resulta interesante que, al parecer, el entrenamiento puede ayudarte a ampliar la memoria de trabajo. En investigaciones de la rememoración se ha descubierto que ejercitarse en la repetición de ristras de dígitos cada vez más largas parece ser que mejora la memoria de trabajo.[13]

Las personas dotadas tienen su propia gama de dificultades. A veces los chavales muy dotados son víctimas de acoso, de modo que aprenden a ocultar o reprimir sus capacidades. Recuperarse de ello puede ser difícil.[14] También, las personas más inteligentes a veces lo pasan mal porque pueden imaginar muy fácilmente todas las complejidades —buenas y malas— de una situación. Las personas extremadamente inteligentes pueden tener una tendencia al aplazamiento mayor que las personas de inteligencia normal, porque crecieron con la idea de que siempre se salían con la suya a última hora, lo que significa que tienen menos probabilidades de aprender, en una edad temprana, ciertas habilidades cruciales para vivir.

Tanto si posees dotes naturales como si tienes que esforzarte para consolidar tu comprensión básica de una materia, deberías saber que no estás solo si piensas que eres un impostor: que en realidad tuviste suerte en ese examen que aprobaste, y que con toda seguridad en la siguiente evaluación por fin todos (tu familia y amigos) van a saber lo incompetente que eres en realidad. Este sentimiento es tan extraordinariamente común que incluso tiene un nombre: el «fenómeno del impostor».[15] Si padeces este tipo de sentimientos de ineptitud, tienes que ser consciente de que muchas otras personas los comparten en secreto.

Cada persona tiene talentos distintos. Como señala el viejo dicho: «Una puerta se cierra y otra se abre». Mantén la cabeza alta y la mirada en la puerta abierta.

HACIA EL INFINITO

Algunos creen que las maneras de pensar difusas, intuitivas, están más en sintonía con nuestra espiritualidad. La creatividad propiciada por el pensamiento difuso a veces parece estar más allá de la comprensión humana.

Como subrayó Albert Einstein: «Solo hay dos maneras de vivir nuestra vida. Una es como si nada fuera un milagro. La otra es como si todo lo fuera».

NO TE SUBESTIMES

Entreno a los alumnos de nuestro instituto para las Olimpíadas Científicas. Hemos ganado el campeonato estatal ocho de los últimos nueve años. Este curso nos ha faltado un punto para ganar a nivel estatal, y a menudo acabamos entre los diez primeros a nivel nacional. Hemos descubierto que algunos alumnos aparentemente del máximo nivel (que obtienen un sobresaliente en todas sus asignaturas) no rinden tan bien bajo la presión de un acontecimiento de las Olimpíadas Científicas como aquellos que pueden manipular mentalmente el conocimiento que tienen. Resulta interesante que los estudiantes de este —digamos— segundo segmento a veces parecen considerarse menos inteligentes que los alumnos estrella. Para asistir a las pruebas, yo preferiría estudiantes con un rendimiento ostensiblemente menor pero que puedan pensar de forma creativa y con calma, como requieren las Olimpíadas, antes que los estudiantes de sobresaliente que se ponen nerviosos si las preguntas planteadas no encajan con exactitud con los bloques memorizados en sus cerebros.

MARK PORTER, *profesor de Biología, Instituto de Mira Loma, Sacramento, California*

EN RESUMEN

• En algún momento, cuando ya has convertido el material de estudio en bloques que tienes a mano (y en

mente), empiezas a liberarte de la atención consciente a cada pequeño detalle y haces las cosas automáticamente.

- Puede parecer intimidante trabajar junto a otros alumnos que captan la asignatura más rápido que tu. Pero los estudiantes promedio a veces pueden tener ventajas cuando se trata de tener iniciativa, capacidad para completar tareas y creatividad.
- Parte de la clave de la creatividad consiste en ser capaz de cambiar del modo concentrado —muy atento— al modo difuso —más relajado—, que permite soñar despierto.
- Una atención muy concentrada puede inhibir la solución que estás buscando: como si intentaras martillear un tornillo pensando que es un clavo. A veces, cuando estás atascado, es mejor dejar el problema por un tiempo y pasar a otra cosa o simplemente consultar con la almohada.

PÁRATE A PENSAR

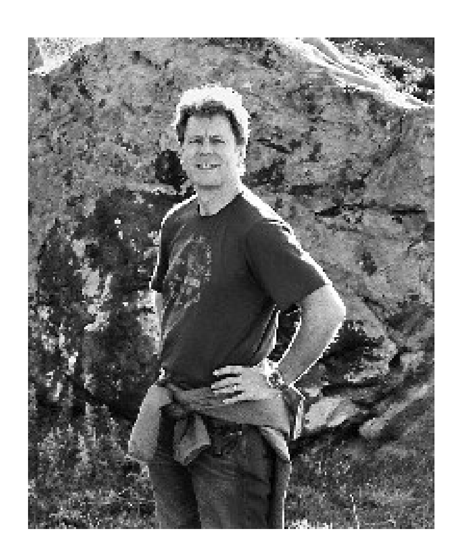
Cierra el libro y aparta la mirada. ¿Cuáles son las ideas principales de este capítulo? Haz una pausa también para rememorar las ideas esenciales del libro en su conjunto hasta ahora.

POTENCIA TU APRENDIZAJE

1. Piensa en un área donde la persistencia te ha dado buenos resultados en la vida. ¿Hay algún nuevo espacio en el que te gustaría empezar a desarrollar tu tenacidad? ¿Qué plan de apoyo puedes desarrollar para los malos momentos en los que podrías tener sensación de flaqueza?

2. A menudo las personas intentan evitar soñar despiertas, porque ello interrumpe las actividades en las que desean concentrarse realmente, como escuchar una lección importante. ¿Qué te funciona mejor a ti: obligarte a mantener la concentración o por el contrario volver a centrar tu atención en la actividad de interés cuando notas que te has distraído?

DE ESTUDIANTE LENTO A SUPERESTRELLA: LA HISTORIA DE NICK APPLEYARD



Nick Appleyard es el vicepresidente de una empresa de alta tecnología dedicada al desarrollo y el soporte técnico de herramientas avanzadas para la simulación de procesos físicos, que se usan en la tecnología aeroespacial, automovilística, energética, biomédica, y en muchos otros sectores de la economía. Es ingeniero mecánico por la Universidad de Sheffield, en Inglaterra.

«De niño, tenía dificultades de aprendizaje y a causa de ello quedé señalado como un crío problemático. Estas etiquetas tuvieron en mí un impacto profundo. Tenía la sensación de que mis profesores me trataban como si hubieran abandonado toda esperanza de que yo pudiera tener éxito. Para empeorar las cosas, mis padres también se frustraron conmigo y con mi progreso educativo. La sensación de decepción era particularmente severa en el caso de mi padre, un médico experimentado que trabajaba en un importante hospital universitario. (Posteriormente descubrí que él había tenido problemas parecidos en su infancia.) Era un círculo vicioso que afectaba a mi confianza en todos los aspectos de la vida.

»¿Cuál era el problema? Las matemáticas y todo lo relacionado con ellas: fracciones, tablas de multiplicar, divisiones, álgebra, lo que fuera. Todo era aburrido y sin ningún interés.

»Un día, algo empezó a cambiar, aunque no me di cuenta en aquel momento. Mi padre trajo un ordenador a casa. Había oído hablar de muchachos adolescentes que programaban juegos para computadoras domésticas a los que todo el mundo quería jugar, y que se convertían en millonarios de un día para el otro. Yo quería ser uno de ellos.

»Leí, practiqué y escribí programas cada vez más difíciles, todo lo cual involucraba matemáticas de uno u otro tipo. Con el tiempo, una popular revista británica de informática aceptó publicar uno de ellos: algo muy emocionante para mí.

»Ahora veo cada día que las matemáticas se aplican al diseño de la próxima

generación de automóviles, al lanzamiento de cohetes espaciales y al análisis del funcionamiento del cuerpo humano.

»Las matemáticas han dejado de ser poco interesantes. Al contrario: dan lugar a cosas maravillosas, ¡y a una gran carrera!».

13

ESCULPE TU CEREBRO

Esta vez, a sus once años, el crimen de Santiago Ramón y Cajal había sido construir un pequeño cañón y reducir a astillas la nueva gran verja de madera de un vecino. En la España rural de la década de 1860 no había muchas opciones para extravagantes delincuentes juveniles. Así fue como el joven Ramón y Cajal se encontró encerrado en una cárcel llena de pulgas.

Ramón y Cajal era testarudo y rebelde. Tenía una única pasión arrebatadora: el arte. Pero ¿qué podía conseguir pintando y dibujando? Especialmente si ignoraba el resto de sus estudios —particularmente matemáticas y ciencias—, que consideraba inútiles.

El padre de Ramón y Cajal, don Justo, era un hombre estricto que se había hecho a sí mismo casi a partir de la nada. La familia no disfrutaba precisamente de las facilidades de un ambiente aristocrático. Para intentar dar a su hijo la disciplina y estabilidad que tanto necesitaba, don Justo le envió a hacer de aprendiz de barbero. Fue un desastre, pues Ramón y Cajal todavía fue más negligente con sus estudios. Abofeteado y castigado sin comer por sus profesores en un intento de obligarle a comportarse, Santiago se convirtió en una chocante y burlesca pesadilla de indisciplina.



Santiago Ramón y Cajal ganó el Premio Nobel por sus numerosas e importantes contribuciones a nuestra comprensión de la estructura y función del sistema nervioso.[1] En esta imagen, Santiago tiene más el aspecto de un artista que de un científico. Sus ojos muestran un atisbo del temperamento travieso que le causó problemas durante la infancia.

Ramón y Cajal conoció y colaboró con muchos científicos brillantes a lo largo de su vida, personas que a menudo eran mucho más inteligentes que él. Sin embargo, en su reveladora autobiografía, indicó que aunque los individuos brillantes pueden crear obras excepcionales, también pueden ser negligentes y poco imparciales, igual que todos los demás. Ramón y Cajal creía que la clave de su éxito fue su perseverancia (la «virtud de los menos brillantes»)[2] combinada con su flexible capacidad para cambiar de opinión y reconocer los errores. Detrás de todo ello estaba el apoyo de su amante esposa, doña Silveria Fañanás García (tuvieron siete hijos). Según subrayó Ramón y Cajal, cualquier persona, incluso con una inteligencia media, puede esculpir su propio cerebro, de modo que «aun el peor dotado es susceptible, al modo de las tierras pobres, pero bien cultivadas y abonadas, de rendir copiosa mies».[3]

¿Quién iba a decir que Santiago Ramón y Cajal no solo ganaría el Premio Nobel algún día, sino que con el tiempo se le conocería como el padre de la neurociencia moderna?

Santiago Ramón y Cajal ya estaba en la veintena cuando empezó a dejar atrás su juventud conflictiva y se centró en el estudio tradicional de la medicina. Él mismo especuló si ello pudo deberse simplemente a que «fatigado de distracciones e informalidades comenzara a sentar la cabeza».[4]

Hay indicios de que los revestimientos de mielina, el aislante graso que facilita un movimiento más rápido de las señales a lo largo de una neurona, a menudo no acaban de desarrollarse hasta pasados los veinte años de edad. Esto podría explicar por qué los adolescentes a menudo tienen dificultades para controlar su comportamiento impulsivo: la conexión entre las áreas de la intención y del control no está plenamente formada.[5]

> Las deficiencias de la aptitud nativa son compensables mediante un exceso de trabajo y de atención. Cabría afirmar que el trabajo sustituye al talento, o mejor dicho, crea el talento.[6]
>
> SANTIAGO RAMÓN Y CAJAL

Sin embargo, parece que cuando usas los circuitos neuronales ayudas a que se forme el revestimiento de mielina a su alrededor, por no mencionar muchos otros cambios microscópicos.[7] Aparentemente, la práctica fortalece y refuerza las conexiones entre distintas regiones del cerebro, creando autopistas que unen los centros de control y los que almacenan conocimientos. En el caso de Ramón y Cajal, parece que su proceso de maduración natural, junto a sus propios esfuerzos para desarrollar su pensamiento, le ayudaron a tomar el control general de su conducta.[8]

Parece que las personas pueden potenciar el desarrollo de sus circuitos

neuronales mediante pensamientos que usan esas neuronas.[9] Todavía estamos en la infancia de la comprensión del desarrollo neuronal, pero una cosa está quedando clara: podemos hacer cambios significativos en nuestro cerebro mediante variaciones en nuestra manera de pensar.

Lo particularmente interesante acerca de Ramón y Cajal es que alcanzó su grandeza a pesar de que no era un genio, por lo menos no en el sentido convencional del término. Ramón y Cajal lamentaba profundamente que nunca tuvo «vivacidad, seguridad y limpidez de palabra».[10] Todavía peor, las emociones le hacían confundir el habla casi por completo. Empollar no le servía para recordar las cosas, por lo que la escuela, donde se premiaba la memorización sin más, era una agonía para él. Lo mejor que Ramón y Cajal podía hacer era captar y recordar las ideas principales; a menudo se desesperaba por su modesta capacidad de comprensión.[11] Sin embargo, algunas de las áreas más apasionantes de la investigación neurocientífica actual están enraizadas en los hallazgos originales del científico español.[12]

Sus profesores, como él mismo recordó más tarde, tenían una manera tristemente equivocada de evaluar las capacidades. La rapidez se confundía con la inteligencia, la memoria con la habilidad y la sumisión con la corrección.[13] Los éxitos de Ramón y Cajal, a pesar de sus defectos, ilustran que, también hoy, los profesores pueden subestimar fácilmente a sus alumnos, y los estudiantes pueden subvalorarse a sí mismos.

BLOQUES PROFUNDOS

Ramón y Cajal se abrió paso adecuadamente a través de sus estudios de medicina. Tras la aventura de trabajar en Cuba como médico del ejército y varios intentos fallidos de ganar una plaza de profesor, finalmente obtuvo un puesto como profesor de histología, el estudio de la anatomía microscópica de las células vivas.

Cada mañana, para poder estudiar las células del cerebro y del sistema nervioso, Ramón y Cajal preparaba cuidadosamente sus muestras microscópicas. Entonces pasaba horas observando con atención las células que sus métodos de tinción hacían destacar. Por la tarde, Ramón y Cajal contemplaba la imagen abstracta que tenía en mente, lo que podía recordar de sus observaciones de la mañana, y empezaba a dibujar las células. Una vez terminado el boceto, Cajal lo comparaba con la imagen del microscopio. Entonces volvía a la mesa de dibujo y empezaba de nuevo, redibujando, comprobando y redibujando. Solo cuando sus ilustraciones capturaban la esencia sintetizada, no de una única muestra, sino de toda la colección de las dedicadas a un tipo particular de célula, entonces Ramón y Cajal descansaba.[14]

Santiago Ramón y Cajal era un fotógrafo magistral: incluso fue el primero en escribir un libro en español sobre cómo hacer fotografía en color. Pero nunca tuvo la sensación de que las placas pudieran capturar la verdadera esencia de lo que estaba viendo. Ramón y Cajal solo podía hacer eso a través de su arte, que le ayudó a abstraer, o sea, convertir en bloques, la realidad de un modo que resultaba muy útil para ayudar a los demás a ver lo esencial.

Una síntesis, una abstracción, un bloque o una idea básica es una pauta neuronal. Los buenos bloques forman pautas neuronales que tienen resonancias, no solo dentro de la materia que estamos estudiando, sino también con otros temas y otras áreas de nuestras vidas. La abstracción te ayuda a transferir ideas de un área a otra.[15] Por eso las grandes obras de arte, de la poesía, la música y la literatura pueden ser tan apasionantes. Cuando captamos el bloque, adquiere una nueva vida en nuestras propias mentes: formamos las ideas que potencian e iluminan las pautas neuronales que ya poseemos, permitiéndonos ver y desarrollar más fácilmente otras pautas relacionadas.



Aquí puedes ver que el bloque —el serpenteante lazo neuronal— de la izquierda es muy similar al bloque de la derecha. Esto simboliza la idea de que una vez captas un bloque en un área del conocimiento, te resulta mucho más fácil captar o crear un bloque similar en otra área. Por ejemplo, hay una base matemática común a la física, la química y la ingeniería, que a veces también interviene en la economía, las ciencias empresariales y los modelos del comportamiento humano. Por eso a un estudiante de física o ingeniería puede resultarle más fácil obtener un máster en administración de empresas que a alguien con estudios de lengua inglesa o de historia.[16]
Las metáforas y las analogías físicas también forman bloques que pueden facilitar la influencia mutua entre ideas, incluso de áreas muy distintas.[17] Por eso las personas a quienes les encantan las matemáticas, las ciencias y la tecnología a menudo también se encuentran con que sus actividades o sus conocimientos de deportes, música, lengua, arte o literatura les resultan sorprendentemente útiles. Mi propio conocimiento acerca de cómo aprender un idioma me ayudó a asimilar cómo aprender matemáticas y ciencias.

Una vez hemos creado un bloque en forma de pauta neuronal, podemos trasladar más fácilmente esa pautabloque a otra pauta-bloque, como Ramón y Cajal y otros grandes artistas, poetas, científicos y escritores han hecho durante milenios. Cuando otras personas captan ese segmento, no solo pueden utilizarlo, sino que también pueden crear más fácilmente bloques parecidos aplicables a otras áreas de sus vidas: una parte importante del proceso creativo.

Una clave importante para el aprendizaje fluido de las matemáticas y las ciencias es darse cuenta de que virtualmente cada concepto que aprendemos tiene una analogía, una comparación, con algo que ya sabemos.[18] A veces la analogía o metáfora es burda, como la idea de que los vasos sanguíneos son como autopistas, o de que una reacción nuclear es como la caída de una fila de

piezas de dominó. Pero esas simples analogías y metáforas pueden ser poderosas herramientas que te ayuden a utilizar una estructura neuronal existente como andamio para construir más rápidamente una nueva estructura, más compleja. Cuando empieces a usar esta nueva estructura, descubrirás que tiene aspectos que la hacen mucho más útil que la primera, más simplista. Estas nuevas estructuras, a su vez, pueden convertirse en el origen de metáforas y analogías para ideas todavía más nuevas en muchas áreas diferentes. (Por eso el mundo de las finanzas busca a físicos e ingenieros.) El físico Emanuel Derman, por ejemplo, que hizo brillantes investigaciones teóricas en física de partículas, entró en la compañía Goldman Sachs, donde con el tiempo contribuyó a desarrollar el modelo de Black-Derman-Toy para las tasas de interés. Posteriormente, en la misma empresa, Derman se hizo cargo del departamento de estrategias cuantitativas de evaluación del riesgo.

EN RESUMEN

- Los cerebros maduran a distintas velocidades. Muchas personas no alcanzan la madurez hasta los veintitantos años.
- Algunos de los más formidables pesos pesados de la ciencia tuvieron comienzos poco prometedores, comportándose como delincuentes juveniles.
- Una característica que adquieren gradualmente muchos profesionales exitosos de las ciencias, las matemáticas y la tecnología es la capacidad para crear bloques, es decir, abstraer las ideas clave.
- Las metáforas y las analogías físicas forman bloques, ermitiendo que ideas provenientes de áreas muy distintas influyan las unas en las otras.
- Independientemente de tus estudios actuales o previstos, ten amplitud de miras y asegúrate de que las matemáticas y las ciencias estén en tu repertorio de aprendizaje. Esto te da una rica reserva de bloques para ayudarte a ser más espabilado frente a todo tipo de retos en tu vida y en tu carrera.

PÁRATE A PENSAR

Cierra el libro y aparta la mirada. ¿Cuáles eran las ideas principales de este

capítulo? Descubrirás que puedes rememorar esos conceptos más fácilmente si los relacionas con tu propia vida y con tus objetivos profesionales.

POTENCIA TU APRENDIZAJE

1. En su carrera, Santiago Ramón y Cajal encontró una manera de combinar su pasión por el arte con el fervor por la ciencia. ¿Sabes de otras personas, ya sean figuras públicas famosas o familiares, amigos o conocidos, que hayan hecho algo parecido? ¿Es tal confluencia posible en tu propia vida?

2. ¿Cómo puedes evitar caer en la trampa de pensar que las personas más rápidas son automáticamente más listas?

3. Decir lo que te mandan que hagas puede tener ventajas e inconvenientes. Compara la vida de Ramón y Cajal con la tuya. ¿Cuándo ha sido beneficioso hacer lo que te decían? ¿Cuándo ha provocado problemas inadvertidamente?

4. En comparación con las dificultades de Ramón y Cajal, ¿cómo son tus propias dificultades? ¿Puedes encontrar maneras de convertir tus desventajas en ventajas?

14

DESARROLLA TU VISIÓN INTERIOR A TRAVÉS DE POEMAS DE ECUACIONES

APRENDE A ESCRIBIR UN POEMA DE UNA ECUACIÓN: VERSOS QUE DAN UN SIGNIFICADO A LO QUE YACE BAJO UNA FÓRMULA ESTÁNDAR

La poeta Sylvia Plath escribió una vez: «El día que fui a clase de física fue mortal».[1] Y continuó:

> Un hombre bajo y moreno de voz aguda, llamado señor Manzi, estaba frente a la clase vistiendo un traje azul ajustado y sosteniendo una pequeña bola de madera. Puso la bola en un raíl inclinado y la dejó rodar hacia abajo. Entonces empezó a decir que *a* sería igual a la aceleración y *t* igual al tiempo y de repente estaba escribiendo letras y números y signos de igualdad por toda la pizarra y mi mente quedó muerta.

El señor Manzi, por lo menos en este relato semiautobiográfico de la vida de Plath, había escrito un libro de cuatrocientas páginas sin dibujos ni fotografías, solo diagramas y fórmulas. Algo equivalente sería intentar apreciar la poesía de Plath a partir de lo que te dijeran de ella, en lugar de poder leerla por ti mismo. En su versión de la historia, Plath fue la única estudiante que obtuvo un sobresaliente, pero le cogió miedo a la física.

> ¿Qué son, después de todo, las matemáticas sino la poesía de la mente, y que es la poesía sino las matemáticas del corazón?
>
> DAVID EUGENE SMITH, *matemático y educador americano*

Las clases introductorias del físico Richard Feynman eran completamente distintas a como se impartían según el testimonio anterior. Feynman, ganador del Premio Nobel, era un tipo lleno de vitalidad que se divertía tocando el bongó y se expresaba con un estilo más propio de un pragmático taxista que de un intelectual repeinado.

Cuando Feynman tenía unos once años, oyó un comentario espontáneo que tuvo un impacto transformador en él. Le dijo a un amigo que pensar no es más que hablar con uno mismo.

«¿Ah sí?», dijo el amigo de Feynman. «¿Sabes esa forma tan rara del cigüeñal de un coche?»

»Sí, ¿qué le pasa?»

»Bien. Ahora dime: ¿Cómo te la describes al hablar contigo mismo?»

Fue entonces cuando Feynman se dio cuenta de que los pensamientos pueden ser visuales además de verbales.[2]

Después escribió acerca de cómo, cuando era estudiante, se había esforzado para imaginar y visualizar conceptos como las ondas electromagnéticas, las invisibles corrientes de energía que transportan desde la luz solar hasta las señales de telefonía móvil. Tenía dificultades para describir lo que percibía con su visión interior.[3] Si incluso uno de los más grandes físicos del mundo tenía problemas para imaginar el modo de visualizar algunos conceptos físicos (difíciles de imaginar, lo podemos admitir), ¿qué podemos hacer nosotros, las personas normales?

Podemos hallar motivación e inspiración en el reino de la poesía.[4] Tomemos algunos versos de una canción del cantautor estadounidense Jonathan Coulton, titulada *Conjunto de Mandelbrot*,[5] sobre un famoso matemático, Benoit Mandelbrot.

Mandelbrot está en el cielo
Nos dio orden a partir del caos, nos dio esperanza donde no la había
Su geometría triunfa donde otras fracasan
Así que si alguna vez te extravías, una mariposa batirá sus alas

Desde millones de millas, vendrá un pequeño milagro para llevarte a casa

La esencia de las extraordinarias matemáticas de Mandelbrot queda capturada por las frases con resonancias emotivas de Coulton, que forman imágenes que podemos percibir con nuestra propia visión interior: el sutil aleteo de una mariposa que se propaga y tiene efectos incluso a un millón de millas de distancia.

El trabajo de Mandelbrot en la creación de una nueva geometría nos permite entender que cosas que parecen rugosas y liosas, como las nubes y las costas marinas, tienen cierto grado de orden. Se puede crear complejidad visual a partir de reglas simples, como es evidente en las modernas técnicas de animación y su magia cinematográfica. La poesía de Coulton también alude a la idea, muy presente en el trabajo de Mandelbrot, de que pequeños y sutiles cambios en una parte del universo afectan a todo lo demás.

Cuanto más examinas las palabras de Coulton, más maneras puedes ver de aplicarlas a varios aspectos de la vida: dichos significados se vuelven más claros al conocer y entender mejor la obra de Mandelbrot.

Hay significados ocultos en las ecuaciones, como los hay en la poesía. Si eres un aprendiz que observa una ecuación de física y no te enseñan a ver que aquellos símbolos tienen una vida propia, los versos te parecerán vacíos. Cuando empiezas a aprender y a añadir el texto oculto el significado resbala, se desliza y, con un salto, finalmente cobra vida.

En un artículo clásico, el físico Jeffrey Prentis compara cómo ven las ecuaciones un recién estrenado estudiante de física y un físico experimentado.[6] El aprendiz ve una ecuación solo como una cosa más que memorizar en una vasta colección de ecuaciones sin relación entre ellas. En cambio, los estudiantes más avanzados y los físicos profesionales, mediante su visión interior, ven el significado tras la ecuación, incluyendo el lugar que ocupa en la perspectiva general, e incluso una sensación asociada a cada parte de la ecuación.

Un matemático que no tenga al mismo tiempo algo de poeta nunca será un matemático completo.

KARL WEIERSTRASS, *matemático alemán*

Cuando ves la letra *a*, de aceleración, podrías evocar la sensación de pisar el acelerador de un coche. ¡Zas! Siente la velocidad del coche presionándote contra el asiento.

¿Es necesario que evoques esas sensaciones cada vez que miras la letra *a*? Claro que no. No quieres volverte loco recordando cada pequeño detalle de tu aprendizaje. Pero esa sensación de aceleración debería asomar como un bloque desde el fondo de tu mente, a punto de deslizarse hacia la memoria de trabajo si intentas analizar el significado de *a* cuando la ves dando vueltas por una ecuación.

De modo similar, cuando ves una *m*, de *masa*, podrías notar la resistencia inerte de un pedrusco de cincuenta kilos: cuesta mucho hacer que se mueva. Cuando ves la letra *f*, de *fuerza*, podrías percibir con tu visión interior lo que constituye una fuerza, que depende tanto de la masa como de la aceleración: $m \cdot a$, como en la ecuación $f = m \cdot a$. Quizá también puedas sentir qué hay detrás de la *f*. La fuerza incorpora un pesado *uumff* (aceleración), al empujar la inerte *masa* del pedrusco.

Añadamos solo un poquito más. En física el término *trabajo* está relacionado con la energía. Realizamos un *trabajo* (es decir, aportamos energía) cuando empujamos (*fuerza*) algo a lo largo de una *distancia*. Podemos codificar eso con simplicidad poética: $w = f\,d$. Cuando vemos la *w* de *work* [trabajo], entonces podemos imaginar con nuestra visión interior, e incluso con las sensaciones de nuestro cuerpo, qué hay tras ella. Al final, podemos destilar una poética ecuación que tiene este aspecto:

w

$w = f \cdot d$

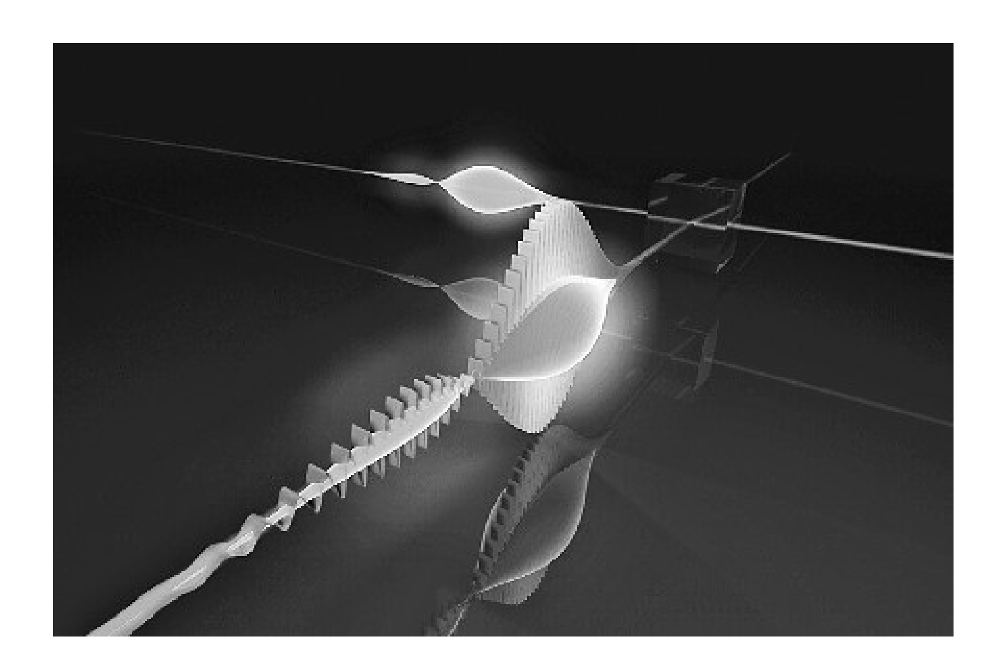
$w = (ma) \cdot d$

En otras palabras, los símbolos y las ecuaciones tienen un texto oculto subyacente: un significado que se va clarificando cuando te familiarizas con las ideas. Aunque quizá no lo expresen de este modo, a menudo los científicos ven las ecuaciones como una forma de poesía, una manera abreviada de simbolizar lo que están intentando ver y entender. Las personas sensibles perciben la profundidad de una poesía en que contiene muchos significados posibles. Del mismo modo, los estudiantes ya iniciados aprenden gradualmente a ver el sentido oculto de una ecuación mediante su visión interior e incluso a intuir distintas interpretaciones. No es ninguna sorpresa descubrir que las gráficas, las tablas y otras representaciones visuales también contienen significados ocultos, que se pueden representar incluso con más riqueza mediante la visión interior que sobre la página.

SIMPLIFICA Y PERSONALIZA LO QUE ESTÉS ESTUDIANDO

Ya hemos aludido antes a esto, pero vale la pena repasarlo ahora que hemos adquirido mayor comprensión sobre cómo imaginar las ideas subyacentes a las ecuaciones. **Una de las cosas más importantes que podemos hacer cuando estamos intentando aprender matemáticas y ciencias es hacer que las ideas abstractas cobren vida en nuestras mentes.** Santiago Ramón y Cajal, por ejemplo, trataba las imágenes de microscopio que tenía delante como si estuvieran habitadas por criaturas vivientes con esperanzas y sueños como los de las personas.[7] El colega y amigo de Ramón y Cajal, *sir* Charles Sherrington, quien acuñó el término *sinapsis*, explicaba a sus amigos que nunca había

conocido otro científico que tuviera esa intensa capacidad de insuflar vida a su trabajo. Sherrington se preguntaba si ese podría haber sido uno de los factores clave que contribuyeron al nivel de éxito de Ramón y Cajal.



Einstein era capaz de imaginarse a sí mismo como un fotón.[8] Podemos hacernos una idea de lo que él veía si miramos esta bonita visión creada por el físico italiano Marco Bellini para representar un pulso láser intenso (delante), usado para medir la forma de un fotón individual (en el fondo).

Las teorías de la relatividad de Einstein[o] no surgieron de sus habilidades matemáticas (a menudo necesitaba colaborar con especialistas para hacer progresos) sino de su capacidad para imaginar cosas. Se figuraba a sí mismo como un fotón viajando a la velocidad de la luz, y entonces imaginaba cómo le percibiría un segundo fotón. ¿Qué vería y sentiría ese segundo fotón?

Barbara McClintock, ganadora del Premio Nobel por su descubrimiento de la transposición genética («genes saltarines» que pueden cambiar de lugar en la hebra de ADN), escribió acerca de cómo imaginaba las plantas de maíz que estudiaba: «Incluso era capaz de ver las partes internas de los cromosomas, en realidad todo estaba allí. Me sorprendió porque de hecho me sentía como si yo estuviera allí abajo y esos fueran mis amigos».[9]



La pionera experta en genética Barbara McClintock imaginaba versiones gigantescas de las moléculas que investigaba. Como otros ganadores del Premio Nobel, personalizaba los componentes de su materia de estudio, e incluso podría decirse que trababa amistad con ellos.

Puede parecer tonto escenificar una obra con tu visión interior e imaginar los elementos y mecanismos que estás estudiando como criaturas vivientes, con sus propios sentimientos y pensamientos. Pero es un método que funciona: les insufla vida y te ayuda a comprender fenómenos que no podrías intuir mirando áridos números y fórmulas.

Simplificar también es importante. Richard Feynman, el físico que tocaba el bongó y que conocimos antes en este mismo capítulo, era famoso por su costumbre de pedir a los científicos y matemáticos que explicaran sus ideas de una manera sencilla para que él pudiera captarlas. Sorprendentemente, las exposiciones simples son posibles para casi cualquier concepto, sin importar su complejidad. Cuando cultivas explicaciones sencillas reduciendo una materia complicada a sus elementos clave, el resultado es que tienes una comprensión más profunda de lo que estás estudiando.[10] El experto en aprendizaje Scott

Young ha desarrollado esta idea. Él la llama *la técnica Feynman*, y consiste en pedir a las personas que encuentren una metáfora o analogía simple para ayudarles a captar la esencia de una idea.[11]

El legendario Charles Darwin hacía algo muy parecido. Cuando intentaba encontrar la explicación de algún concepto, imaginaba que alguien acababa de entrar en su estudio. Dejaba su pluma e intentaba explicar la idea en los términos más simples. Esto le ayudaba a decidir qué explicación sería mejor para publicarla. En la misma línea, el sitio web Reddit.com tiene una sección titulada «Explícamelo como si tuviera 5 años», donde cualquier persona puede pedir una explicación simple de un tema complejo.[12]

Quizá pienses que tienes que entender algo realmente para explicarlo. Pero observa lo que pasa cuando hablas con otras personas sobre lo que estás estudiando. Te sorprenderá ver que frecuentemente la comprensión surge como consecuencia de los intentos de explicar las cosas a los demás y a ti mismo, en lugar de que la explicación surja de tu comprensión previa. Por eso los profesores a menudo dicen que la primera vez que de verdad comprendieron una materia fue cuando tuvieron que enseñarla.

¡ENCANTADO DE CONOCERTE!

Aprender química orgánica no plantea más dificultades que conocer algunos nuevos personajes. Cada elemento tiene su propia personalidad única. Cuanto más entiendas esas personalidades, más capaz serás de interpretar sus situaciones y predecir los resultados de las reacciones.

DRA. KATHLEEN NOLTA, *profesora de Química, galardonada con el premio Golden Apple Award a la excelencia en la enseñanza, Universidad de Michigan*

¡AHORA TÚ!

Representa mentalmente una obra de teatro

Imagínate a ti mismo en el reino de algo que estás estudiando: viendo el mundo desde la perspectiva de la célula o el electrón o incluso un concepto matemático. Intenta representar mentalmente una obra de teatro con tus nuevos amigos, imaginando cómo se sienten y cómo reaccionan.

LA TRANSFERENCIA: APLICAR LO QUE HAS APRENDIDO A NUEVOS CONTEXTOS

La transferencia es la capacidad para tomar lo que has aprendido en un contexto y aplicarlo a otra cosa. Por ejemplo, puede que aprendas un idioma extranjero y entonces encontrarte con que puedes estudiar un segundo idioma más fácilmente. Ello se debe a que cuando aprendiste el primer idioma extranjero también adquiriste habilidades generales para asimilar idiomas, y nuevas palabras y estructuras gramaticales potencialmente similares a las de otras lenguas, que se transfieren a tu aprendizaje del segundo idioma.[13]

Aprender matemáticas aplicándolas solo a problemas de una disciplina específica, como la contabilidad, la ingeniería o la economía, puede ser un poco como decidir que al fin y al cabo no vas a estudiar un idioma extranjero: te quedarás con una única lengua y solo aprenderás un poco de vocabulario extra. Muchos matemáticos tienen la sensación de que el aprendizaje muy centrado en disciplinas específicas te dificulta el uso flexible y creativo de las matemáticas.

Su sensación es que si aprendes matemáticas del modo en que ellos las enseñan, que se centra en la esencia abstracta, en bloques, sin una aplicación específica en mente, habrás asimilado habilidades que podrás transferir fácilmente a varias aplicaciones. En otras palabras, habrás adquirido algo

equivalente a las destrezas generales para el aprendizaje de idiomas. Quizá seas un estudiante de física, por ejemplo, pero podrías usar tu conocimiento de las matemáticas abstractas para captar rápidamente que algunas partes de esas matemáticas serían aplicables a procesos muy distintos en la biología, las finanzas o incluso la psicología.

En parte por esa razón a los matemáticos les gusta enseñar su disciplina de una manera abstracta, sin centrarse necesariamente en las aplicaciones. Quieren que veas la esencia de las ideas, lo cual les parece que facilita la transferencia de ideas a varios temas.[14] Es como si no quisieran que aprendieras a decir una frase específica en albanés, lituano o islandés que signifique «yo corro», sino más bien que entendieras la idea más general de que hay un tipo de palabras, los verbos, que se pueden conjugar.

El reto es que a menudo es más fácil captar una idea matemática si se aplica directamente a un problema concreto, incluso si ello puede dificultar que más adelante se transfiera la idea a nuevos terrenos. No resulta sorprendente que al final haya un tira y afloja constante entre los enfoques concreto y abstracto de la enseñanza de las matemáticas. Los expertos intentan no ceder posiciones y asegurarse de que los enfoques abstractos son centrales en los procesos de aprendizaje. En cambio, los ingenieros, los empresarios y muchos otros profesionales tienen una tendencia natural a usar las matemáticas propias de sus áreas específicas para conseguir la implicación de los alumnos y evitar la queja: «Pero ¿voy a usar esto alguna vez?». También está la cuestión de que muchos problemas reales de los libros de texto de matemáticas aplicadas no son más que ejercicios ligeramente disfrazados. Al final, tanto el enfoque concreto como el abstracto tienen sus ventajas y desventajas.

La transferencia es beneficiosa porque a menudo facilita el aprendizaje a los estudiantes mientras se abren camino en sus estudios de una disciplina. Como dice el profesor Jason Dechant de la Universidad de Pittsburgh: «Siempre digo a mis alumnos que estudiarán menos cuando hayan adelantado más cursos, y no

me creen. En realidad están haciendo más y más cada semestre; simplemente van mejorando en su capacidad para relacionar las cosas».

Uno de los aspectos más problemáticos del aplazamiento, como interrumpir constantemente tu concentración para comprobar tus mensajes de móvil, el correo electrónico u otras actualizaciones, es que interfiere en la transferencia. Los estudiantes que interrumpen su trabajo constantemente no solo aprenden con menor profundidad, sino que además tienen dificultades para transferir lo poco que han aprendido a otras materias.[15] Quizá pienses que estás aprendiendo entre comprobación y comprobación del móvil, pero en realidad tu cerebro no se está concentrando durante el tiempo suficiente para formar los bloques neuronales sólidos que son vitales para transferir ideas de un área a otra.

¡LA TRANSFERENCIA DE IDEAS FUNCIONA!

> Tomé técnicas de pesca de los Grandes Lagos e intenté usarlas en los Cayos de Florida el año pasado. Peces completamente diferentes, un cebo diferente y una técnica que nunca se había usado pero que funcionaba estupendamente. La gente me tomaba por loco y era divertido demostrarles que con aquel procedimiento realmente se conseguían peces.
>
> PATRICK SCOGGIN, *estudiante de cuarto curso de Historia*

EN RESUMEN

- Las ecuaciones solo son maneras de abstraer y simplificar conceptos. Eso significa que las ecuaciones contienen un significado más profundo, de modo similar a la profundidad de significado que se halla en la poesía.
- Tu visión interior es importante porque puede ayudarte a escenificar historias y personalizar lo que estás estudiando.
- La transferencia es la capacidad de coger lo que has aprendido en un contexto y aplicarlo a otra cosa.
- Es importante captar la esencia en bloque de un concepto matemático, porque entonces es fácil transferir y

aplicar esa idea de maneras nuevas y distintas.

• La multitarea durante el proceso de aprendizaje implica que no interiorizas tan profundamente: eso puede inhibir tu capacidad para transferir lo que estás aprendiendo.

PÁRATE A PENSAR

Cierra el libro y aparta la mirada. ¿Cuáles eran las ideas principales de este capítulo? ¿Puedes usar tu visión interior para representar algunos de esos conceptos mediante símbolos?

POTENCIA TU APRENDIZAJE

1. Escribe un poema de una ecuación: una sucesión de varias líneas que aporten un sentido acerca de lo que subyace a una ecuación estándar.

2. Escribe un párrafo que describa cómo podrían visualizarse en una obra de teatro algunos conceptos que estés estudiando. ¿Cómo crees que podrían actuar e interaccionar los actores de tu obra para reflejar la realidad?

3. Toma un concepto matemático que hayas aprendido y mira un ejemplo concreto de cómo se aplica. Luego toma distancia y comprueba si puedes detectar el bloque abstracto de una idea subyacente a la aplicación. ¿Puedes pensar en alguna manera completamente distinta de usar ese concepto?

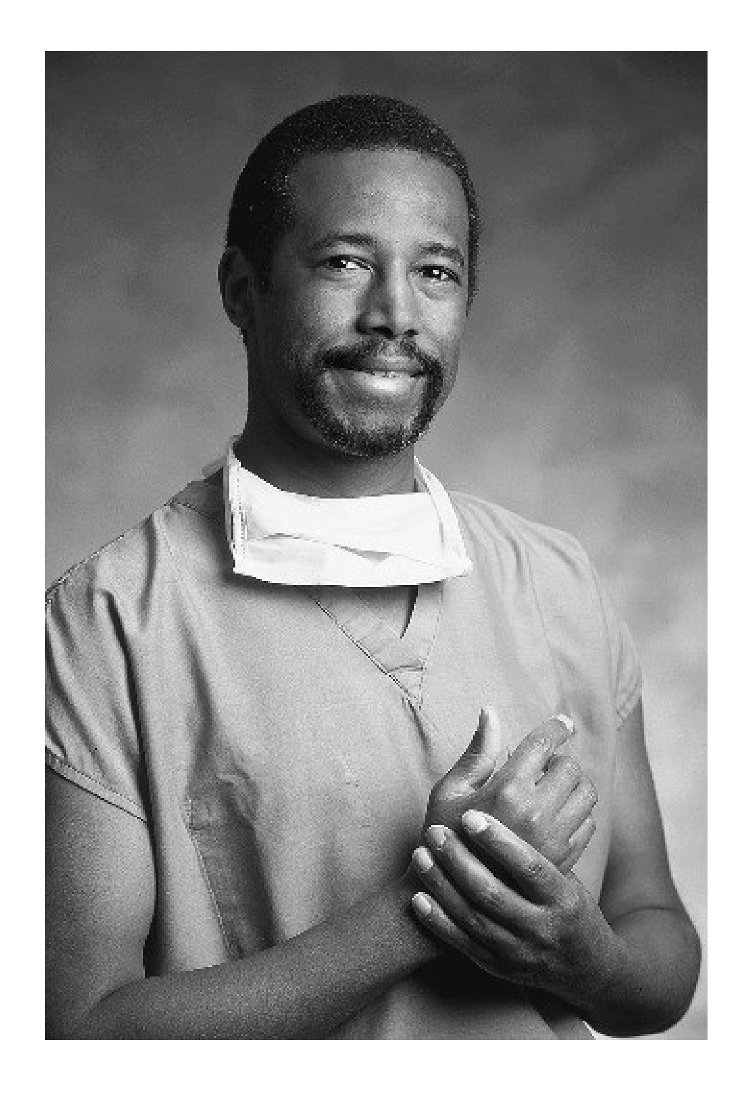
15

APRENDIZAJE RENACENTISTA

EL VALOR DE APRENDER POR TI MISMO

Personas como Charles Darwin, cuya teoría de la evolución le convirtió en una de las figuras más influyentes de la historia, suelen ser consideradas como genios naturales. Quizá te sorprenda saber que, como Ramón y Cajal, Darwin era un mal estudiante. Dejó la facultad de Medicina y, para horror de su padre, acabó embarcándose en un viaje alrededor del mundo como naturalista de una expedición. Sin embargo, trabajando por su cuenta, Darwin fue capaz de observar los datos que recolectaba con una nueva mirada.

La *persistencia* a menudo es más importante que la inteligencia.[1] Enfocar una materia con el objetivo de aprenderla por ti mismo te da una singular ruta hacia su dominio. A menudo, sin importar lo buenos que sean tu profesor y tu libro de texto, solo cuando curioseas por tu cuenta y miras otros manuales o videotutoriales empiezas a ver que lo que aprendes a través de un único profesor o libro es una versión parcial de la realidad completa y tridimensional de la materia estudiada. Que tiene conexiones con temas más fascinantes todavía, y cuya elección te corresponde a ti.



El neurocirujano Ben Carson, ganador de la Medalla Presidencial de la Libertad por sus pioneras innovaciones quirúrgicas, empezó suspendiendo y se le instó amablemente a dejar la facultad de Medicina. Carson era consciente de que los libros eran lo que mejor le resultaba para estudiar, y no las lecciones en el aula. Dio un paso contrario a la intuición y dejó de asistir a las clases para darse tiempo a sí mismo y concentrarse en el estudio mediante los libros. Sus notas subieron y el resto es historia. (Ten en cuenta que esta técnica no funcionaría para cualquiera, y si usas esta historia como excusa para dejar de asistir a clase, ¡estás jugando con fuego!)

En los terrenos de la ciencia, las matemáticas y la tecnología, muchas personas tuvieron que cultivar su aprendizaje por sí mismas, ya fuera porque no tenían otra opción o porque por alguna razón habían desaprovechado oportunidades anteriores. Las investigaciones han demostrado que los estudiantes aprenden mejor cuando ellos mismos están activamente implicados en el tema y no

simplemente escuchando a alguien que está hablando.[2] La capacidad de un estudiante para implicarse personalmente en la materia, a veces en colaboración con sus compañeros, es clave.

Santiago Ramón y Cajal quedó horrorizado cuando tuvo que aprender cálculo superior siendo ya adulto, tras haber decidido convertirse en médico. Nunca había prestado atención a las matemáticas en su juventud y le faltaba una comprensión —aunque fuera rudimentaria— de la materia. Tuvo que trastear entre viejos libros, estrujándose el cerebro para desentrañar los aspectos básicos. Sin embargo, profundizó más en su aprendizaje porque estaba motivado por sus objetivos personales.

> ¡Qué gran tónico sería para el novel observador que su maestro, en vez de asombrarlo y desalentarlo con la sublimidad de las grandes empresas acabadas, le expusiera la génesis de cada invención científica, la serie de errores y titubeos que la precedieron, constitutivos, desde el punto de vista humano, de la verdadera explicación de cada descubrimiento![3]
>
> SANTIAGO RAMÓN Y CAJAL

El inventor y autor William Kamkwamba, nacido en 1987 en África, no podía permitirse ir a la escuela. Así que empezó a estudiar por su cuenta, yendo a la biblioteca de su pueblo, donde se encontró con un libro titulado *Using Energy*. Pero Kamkwamba no se limitó a leerlo. Cuando tenía solo quince años de edad, utilizó el manual como guía de aprendizaje activo: construyó su propio molino de viento. Sus vecinos le llamaban *misala* («loco»), pero gracias a su creación en el pueblo se empezó a generar electricidad y a disponer de agua corriente, estimulando el crecimiento de innovaciones tecnológicas básicas en África.[4]

La neurocientífica y farmacóloga estadounidense Candace Pert tuvo una excelente educación, obteniendo un doctorado en Farmacología por la

Universidad Johns Hopkins. Pero parte de su inspiración y posterior éxito tuvieron un origen inusual. Justo antes de empezar su doctorado en Medicina se lesionó la espalda en un accidente de equitación y pasó un verano bajo la influencia de fuertes medicamentos contra el dolor.[5] Sus experiencias personales con el padecimiento y los analgésicos motivaron su investigación científica. Ignorando los intentos de su director de tesis para frenarla, hizo algunos de los primeros descubrimientos clave acerca de los receptores de opiáceos, un importante avance en la comprensión de la adicción.

Ir a la universidad no es la única manera de aprender. Algunas de las personas más poderosas y renombradas de nuestro tiempo, incluyendo celebridades como Bill Gates, Larry Ellison, Michael Dell, Mark Zuckerberg, James Cameron, Steve Jobs y Steve Wozniak, dejaron la universidad. Continuaremos viendo innovaciones fascinantes de personas que son capaces de combinar los mejores aspectos del aprendizaje tradicional y no tradicional con sus propios enfoques autodidactas.

Tomar la responsabilidad de tu propio aprendizaje es una de las cosas más importantes que puedes hacer. Los enfoques centrados en el profesor, en los que se considera al docente como a quien tiene las respuestas, a veces, inadvertidamente, pueden alimentar entre los estudiantes una sensación de impotencia acerca del aprendizaje.[6] Sorprendentemente, los sistemas de evaluación de los profesores pueden alimentar la misma impotencia: dichos sistemas te permiten culpar de tu fracaso al profesor por su incapacidad para motivar o enseñar.[7] El aprendizaje centrado en los estudiantes, en el que se les reta a aprender a los unos de los otros y se supone que ellos deben ser sus propios motivadores para convertirse en expertos, es un enfoque extraordinariamente poderoso.

EL VALOR DE LOS GRANDES PROFESORES

A veces también tendrás ocasión de interactuar con mentores o maestros verdaderamente especiales. Cuando aparezca esta afortunada oportunidad, aprovéchala. Prepárate para superar la fase *glups* y oblígate a dar un paso y hacer preguntas: preguntas reales y claras, no para presumir de lo que sabes. Si lo haces a menudo, será cada vez más fácil y progresivamente más útil de maneras que nunca habías previsto: una simple frase resultante de su vasta experiencia puede cambiar el curso de tu futuro. Y asegúrate también de demostrar aprecio hacia las personas que te guían: es esencial hacerles saber que su ayuda tiene sentido.

Pero ten cuidado de no caer en el síndrome del alumno pesado. Los profesores amables, en particular, pueden convertirse en imanes para estudiantes cuyas auténticas necesidades tienen que ver más con la satisfacción del ego al recibir la atención del maestro que con verdaderas respuestas a las preguntas planteadas. Los profesores bienintencionados pueden hartarse de intentar satisfacer deseos que nunca se verán colmados.

Evita también la trampa que consiste en estar completamente seguro de que tienes la respuesta correcta, y pretender que el profesor siga los pasos torturados de tu lógica cuando tu respuesta es errónea por completo. De vez en cuando, quizás acabe resultando que tenías razón. Pero para muchos profesores, particularmente en los niveles más avanzados de las matemáticas y las ciencias, intentar seguir una argumentación retorcida y errónea es como escuchar música desafinada: un ejercicio doloroso y poco gratificante. En general es mejor empezar sin ideas preconcebidas y escuchar las sugerencias de tu profesor. Cuando finalmente entiendas la respuesta, puedes volver sobre tus pasos para corregir tu error anterior. (A menudo te darás cuenta, como una revelación, que es difícil siquiera expresar con palabras lo equivocado de tu antigua postura.) Los buenos profesores y mentores suelen ser personas muy ocupadas, y debes hacer un uso prudente de su tiempo.

Los auténticos grandes profesores presentan la asignatura de un modo a la vez simple y profundo, dan mecanismos a los alumnos para que aprendan unos de

otros, e inspiran a los estudiantes para que aprendan por sí mismos. Celso Batalha, por ejemplo, un renombrado profesor de Física en el Evergren Valley College, ha organizado un popular grupo de lectura para sus estudiantes sobre el tema de aprender a aprender. Y muchos docentes usan en el aula técnicas de enseñanza activa y cooperativa que dan a los estudiantes una oportunidad de implicarse activamente con el material y entre ellos.[8]

A lo largo de los años he visto algo que me ha sorprendido. Algunos de los mejores profesores que he conocido me han explicado que, cuando eran jóvenes, se sentían demasiado intimidados, poco propensos a hablar en público, y sin la suficiente capacidad intelectual para soñar siquiera con convertirse en enseñantes. Finalmente quedaban sorprendidos al descubrir que aquellas cualidades que veían como desventajas les habían impulsado a ser los instructores y profesores considerados, atentos y creativos en que se habían convertido. Parece que su introversión les hacía ser más amables y sensibles respecto a los demás, y su humilde conciencia de pasados fracasos les hacía ser pacientes y evitaba que se convirtieran en esquivos sabelotodos.

LA OTRA RAZÓN PARA APRENDER POR TU CUENTA: PREGUNTAS DE EXAMEN CURIOSAS

Volvamos al mundo de la enseñanza tradicional en los institutos y las universidades, donde un poco de conocimiento privilegiado te ayudará a tener éxito. Un secreto de los profesores de matemáticas y ciencias es que a menudo toman las preguntas de examen de libros que no están en la lista de lecturas recomendadas para la asignatura. Después de todo, es difícil inventarse nuevas preguntas de examen cada semestre. Ello significa que las preguntas de las evaluaciones a menudo contienen ligeras diferencias en la terminología o el planteamiento que pueden despistarte incluso si te has familiarizado con tu libro de texto y las lecciones de tu profesor. Puedes acabar pensando que no tienes talento para las matemáticas y las ciencias, cuando realmente lo que necesitabas

hacer era estudiar la materia desde distintos puntos de vista a lo largo de todo el semestre.

CUIDADO CON LOS FRANCOTIRADORES INTELECTUALES

Santiago Ramón y Cajal tenía una profunda comprensión no solo de cómo hacer ciencia, sino también de cómo las personas interactúan entre ellas. Advertía a sus compañeros de estudios de que «siempre habrá quien critique o intente menoscabar cualquier esfuerzo que hagas o cualquier éxito que tengas». Eso le ocurre a todo el mundo, no solo a los ganadores del Premio Nobel. Si los estudios se te dan bien, las personas a tu alrededor pueden sentirse amenazadas. Cuanto mayores tus éxitos, tus esfuerzos serán más atacados y menospreciados por otras personas.

Por otro lado, si suspendes un examen, también puedes encontrarte con críticos lanzándote más dardos, diciendo que no estás a la altura. El fracaso no es tan terrible. Haz un análisis de lo que hiciste mal y úsalo para corregirte y mejorar en el futuro. Las decepciones son mejores maestros que los éxitos porque hacen que te replantees las cosas.

Algunos estudiantes más lentos forcejean con las matemáticas y las ciencias porque aparentemente no pueden entender ideas que otros encuentran obvias. Desgraciadamente, a veces estos estudiantes se consideran poco brillantes, pero en realidad su manera más lenta de pensar puede permitirles ver confusas sutilezas que a los demás se les pasan por alto. Es comparable a un excursionista que puede notar el olor a pino y ver pequeños rastros de animales en el bosque, mientras que un motorista pasa a cien por hora sin darse cuenta de nada. Tristemente, algunos docentes se sienten amenazados si un estudiante de apariencia corriente les hace una pregunta de simplicidad engañosa. En lugar de reconocer la perspicacia de dicha cuestión, los mencionados profesores atacan al alumno con respuestas bruscas, para salir del atolladero, al estilo de «limítate a

hacerlo tal como se ha explicado, igual que los demás». Como resultado, ese estudiante se siente como un tonto y solo ha aumentado su confusión. (Ten en cuenta que a veces los profesores no saben si estás tomándote muy en serio la asignatura o si estás teniendo dificultades para asumir tu propio papel en la comprensión de cuestiones simples, como era el caso de mi truculenta conducta en el instituto.)

En cualquier caso, si te encuentras peleando con lo obvio, no te desesperes. Acude a tus compañeros o a Internet en busca de ayuda. Un truco útil es intentar encontrar otro profesor, alguien con buenas evaluaciones en las encuestas, que ocasionalmente imparta la misma asignatura. Esos enseñantes suelen comprender lo que te ocurre y a veces están dispuestos a ayudarte si no abusas de su amabilidad. Ten presente que esta situación es solo temporal, y que ninguna circunstancia es verdaderamente tan insuperable como puede parecer en su peor momento.

Como descubrirás cuando llegues al mundo laboral (si no lo has hecho ya), muchas personas están enormemente más interesadas en autoafirmarse y en quedar bien que en ayudarte. En este tipo de situación, puede haber una frontera muy delgada entre mantenerte abierto a la crítica y las explicaciones constructivas, y cerrarte ante críticas o comentarios que se presentan como constructivos pero en realidad son simple menosprecio. Sea cual sea la censura, si sientes por dentro una fuerte emoción o certidumbre («¡Pero tengo razón!»), esto puede ser un indicio de que estás en lo correcto, o alternativamente (y quizás incluso de manera más probable, pues tus emociones te delatan), puede ser que necesites volver sobre tus pasos y replantearte las cosas desde una perspectiva más objetiva.

Suelen decirnos que la empatía es universalmente beneficiosa, pero no lo es.[9] Es importante aprender a asumir ocasionalmente una actitud de indiferencia que te ayude no solo a concentrarte en lo que estás intentando aprender, sino también a evitar llamar la atención de las personas si descubres que podría interesarles ponerte palos en las ruedas. Tales cosas son demasiado comunes, pues las

personas tanto pueden ser cooperativas como, a menudo, competitivas. Cuando eres una persona joven, mantener tal indiferencia puede ser difícil. Es natural que nos apasione aquello en lo que estamos trabajando, y nos gusta creer que todo el mundo es razonable y que casi todo el mundo tiene por naturaleza buenas intenciones hacia nosotros.

Como Ramón y Cajal, puedes estar orgulloso de aspirar al éxito gracias precisamente a aquellos rasgos de los que otras personas dicen que no te ayudarán a avanzar. **Enorgullécete de quien eres, especialmente de las cualidades que te hacen diferente, y úsalas como un talismán secreto para el éxito.** Usa tu terquedad natural para desafiar los omnipresentes prejuicios de los demás acerca de lo que puedes hacer.

¡AHORA TÚ!

Entender el valor de lo malo

Escoge un rasgo aparentemente malo y explica cómo podría resultar beneficioso para ayudarte a aprender o a pensar creativamente o de un modo independiente. ¿Podrías pensar alguna manera de reducir los aspectos negativos de ese rasgo, incluso a la vez que potencias los aspectos positivos?

EN RESUMEN

- Aprender por tu cuenta es una de la maneras más profundas y efectivas de hacerlo:
  - Mejora tu capacidad de pensar de un modo independiente.
  - Puede ayudarte a responder las extrañas preguntas que los profesores te ponen a veces en los exámenes.
- En el aprendizaje, a menudo la persistencia es más importante que la inteligencia.
- Prepárate para entrar en contacto ocasionalmente con personas que admiras. Puedes ganar nuevos y sabios

mentores que, con una simple frase, pueden cambiar el curso de tu futuro. Pero no abuses del tiempo de tus profesores y mentores.

- Si no eres muy rápido captando los aspectos esenciales de aquello que estés estudiando, no te desesperes. Con una frecuencia sorprendente, los estudiantes más lentos afrontan cuestiones de importancia fundamental que pasan por alto a los alumnos más rápidos. Cuando acabes entendiendo las cosas, podrás comprenderlas a un nivel más profundo.
- Las personas son cooperativas y también competitivas. Siempre habrá quienes critiquen o intenten menoscabar cualquiera de tus esfuerzos o éxitos. Aprende a afrontar esas situaciones con una actitud de indiferencia.

PÁRATE A PENSAR

Cierra el libro y aparta la mirada. ¿Cuáles eran las ideas principales de este capítulo? ¿Cuál es más importante? ¿O hay una competición entre varios conceptos igualmente importantes?

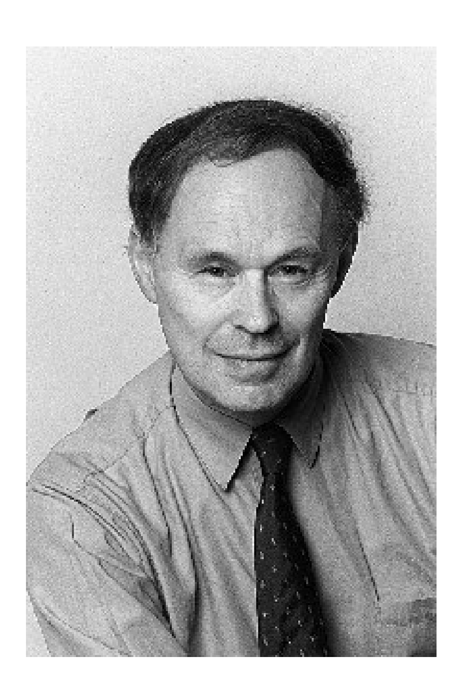
POTENCIA TU APRENDIZAJE

1. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de aprender por tu cuenta, sin estar guiado por una programación formal de los estudios?

2. Busca la expresión *List of autodidacts* [Lista de autodidactas] en la Wikipedia. ¿A cuál de los muchos autodidactas que hay allí preferirías emular? ¿Por qué?

3. Escoge a una persona de tu propio entorno social (no a alguien famoso) a la que admires pero con la que nunca hayas tenido una verdadera conversación. Formula un plan para saludarla y presentarte. Luego llévalo a cabo.

NICHOLAS WADE, ESCRITOR CIENTÍFICO DEL *NEW YORK TIMES*, Y LA INDEPENDENCIA MENTAL



Nicholas Wade escribe para la sección de ciencia («Science Times») del New York Times. *Siempre un pensador independiente, Wade debe su propia existencia a otro caso de independencia mental por parte de su abuelo, uno de los pocos supervivientes varones del Titanic. Cuando la mayoría de los hombres siguieron un rumor y se desplazaron a babor, el abuelo de Wade siguió su intuición y avanzó deliberadamente hacia el otro lado, a estribor. A continuación, Nicholas nos sugiere los libros que él cree más interesantes sobre científicos y matemáticos*:

«*The Man Who Knew Infinity: A Life of the Genius Ramanujan* [El hombre que conocía el infinito: una vida del genio Ramanujan], de Robert Kanigel. Este libro explica la increíble historia, desde la pobreza hasta la abundancia intelectual, del genio matemático indio Srinivasa Ramanujan y su amigo, el matemático británico G. H. Hardy. Mi episodio favorito es este:

> Una vez, en el taxi desde Londres, Hardy se fijó en el número de matrícula, 1729. Sin duda había cavilado un poco sobre ese número, porque entró en la habitación donde Ramanujan se hallaba convaleciente y, con apenas un saludo, se explicó por su decepción. Era, declaró, «un número bastante aburrido», y añadió que esperaba que eso no fuera mal presagio. —No, Hardy —dijo Ramanujan—. Es un número muy interesante. Es el número más pequeño que se puede expresar como la suma de dos cubos de dos maneras distintas.

»*Noble Savages* [Salvajes nobles], de Napoleon Chagnon. Esta historia de aventuras bellamente escrita da una idea de lo que es aprender a sobrevivir y prosperar en una

cultura completamente ajena. Originalmente, Chagnon recibió formación como ingeniero. Sus investigaciones científicas han cambiado nuestra comprensión del desarrollo de las culturas.

»*Men of Mathematics* [Hombres de las matemáticas], de E. T. Bell. Este es un viejo clásico de lectura obligada para cualquiera que esté interesado en cómo piensan algunas personas fascinantes. Cómo olvidar al brillante y malhadado Évariste Galois que, sabiendo que iba a morir al día siguiente, pasó la noche "escribiendo febrilmente su última voluntad y testamento, en una carrera contra el tiempo para recopilar algunas de las grandes ideas que pululaban por su mente antes de sucumbir a una previsible muerte. De vez en cuando garabateaba en el margen: 'No tengo tiempo; no tengo tiempo', y pasaba al siguiente resumen frenéticamente esbozado". La verdad sea dicha, esta es una de las emocionantes historias que el profesor Bell quizás exageró, aunque Galois incuestionablemente pasó aquella última noche dando el toque final a la obra de su vida. A pesar de todo, este brillante libro ha inspirado a generaciones de hombres y mujeres».

16

EVITA EL EXCESO DE CONFIANZA

El poder del trabajo en equipo

Fred tenía un problema. No podía mover la mano izquierda. Eso no resultaba sorprendente. Un mes antes, cantando en la ducha, Fred había sufrido un accidente vascular cerebral casi mortal que le había afectado al hemisferio derecho. Como esa parte del cerebro controla el lado izquierdo del cuerpo, la mano zurda de Fred había quedado inerte.

Pero el auténtico problema de Fred era peor. Aunque no podía mover la mano izquierda, él aseguraba que sí podía, y lo creía realmente. A veces excusaba la falta de movimiento diciendo que estaba demasiado cansado para mover un dedo. O insistía en que su mano se había movido, solo que nadie estaba mirando. Incluso utilizaba disimuladamente la mano derecha para mover la izquierda, y entonces exclamaba alto y fuerte que esta se había movido por sí misma.

Afortunadamente, con el paso de los meses la mano izquierda de Fred recuperó gradualmente sus funciones. Nuestro protagonista bromeó con el médico sobre lo engañado que había estado al creerse que podía mover la mano durante las primeras semanas tras el ataque; y habló alegremente de regresar a su trabajo como contable como había hecho siempre.

Pero había señales de que Fred no estaba recuperándose del todo. Solía ser un tipo atento y considerado, pero el nuevo Fred era dogmático y engreído.

Se habían producido otros cambios. Fred solía ser muy bromista, pero ahora se limitaba a asentir con la cabeza sin entender las frases graciosas de los demás.

Su habilidad para las finanzas también se desvaneció, y su cautela quedó sustituida por un optimismo ingenuo y un exceso de confianza.

Incluso peor, parecía que Fred no pudiera comprender las emociones. Intentó vender el coche de su esposa sin pedirle permiso, y se sorprendió de su enfado. Cuando el viejo y querido perro de la familia murió, Fred se quedó sentado comiendo palomitas, viendo llorar a su esposa y a sus hijos como si estuviera mirando una escena de una película.

Algo que hacía estos cambios más difíciles de entender era que Fred parecía conservar su inteligencia, incluso su formidable habilidad para los números. Todavía sabía cuadrar rápidamente las cuentas de una empresa y resolver complejos problemas de álgebra. Sin embargo, una interesante anomalía era que si Fred cometía un error en sus cálculos y llegaba a alguna conclusión absurda, como que una parada de perritos calientes tenía pérdidas de miles de millones de dólares, no reaccionaba. No había ningún «clic», ningún salto a la percepción general de la situación, como diciendo: «Un momento, este resultado no tiene ningún sentido».

Resulta que Fred es una víctima típica del «desorden perceptivo de la perspectiva amplia por lesión en el hemisferio derecho».[1] El accidente vascular de Fred había incapacitado extensas áreas del hemisferio derecho de su cerebro. Todavía podía arreglárselas, pero solo parcialmente.



En esta imagen de un cerebro obtenida mediante tomografía computerizada, la zona oscura indicada por la flecha corresponde al daño causado por un accidente isquémico en el hemisferio derecho.

Aunque debemos ser cuidadosos con las suposiciones superficiales y erróneas acerca de los hemisferios izquierdo y derecho, tampoco queremos ignorar valiosas investigaciones que arrojan curiosos indicios sobre las diferencias entre ellos.[2] Fred nos recuerda los peligros de no usar plenamente nuestras capacidades cognitivas, que involucran a muchas áreas de nuestro cerebro. Tenerlas en desuso no es tan devastador para nosotros como lo es para Fred. Pero incluso sutiles negligencias de algunas de nuestras capacidades pueden tener un impacto sorprendentemente negativo en el trabajo.

TOMAR DISTANCIA GRACIAS AL HEMISFERIO DERECHO

Las investigaciones del cerebro aportan muchos indicios de que el hemisferio derecho nos ayuda a tomar distancia mentalmente y a ver lo que estamos haciendo desde una perspectiva general.[3] Las personas con daños en el hemisferio derecho a menudo son incapaces de tener inspiraciones del tipo

«¡Ajá!». Por eso Fred no era capaz de pillar las bromas. El hemisferio derecho, según parece, es de importancia vital para entender una situación y detectar si hay algo que no cuadra.[4]

En cierto sentido, cuando estás haciendo los deberes o examinándote y resuelves un problema a toda prisa sin repasarlo, estás actuando un poco como una persona que rehúye usar partes de su cerebro. No estás dedicando tiempo a tomar un respiro mental y luego repasar lo que has hecho, teniendo en cuenta la perspectiva general, para ver si tiene sentido.[5] Como indicó el destacado neurocientífico V.S. Ramachandran, el hemisferio derecho actúa como una especie de «abogado del diablo para cuestionar lo comúnmente aceptado y buscar inconsistencias globales», mientras que «el hemisferio derecho siempre intenta ceñirse tenazmente a las cosas tal como son».[6] Ello hace pensar en el trabajo pionero del psicólogo Michael Gazzaniga, quien propuso que el hemisferio derecho descifra el mundo para nosotros, y hará grandes esfuerzos para que las interpretaciones no cambien.[7]

Cuando trabajas en el modo concentrado, es fácil cometer pequeños errores en tus suposiciones o en tus cálculos. Si te equivocas muy al principio, no importa que el resto de tu trabajo sea correcto: la respuesta sigue siendo errónea. A veces resulta incluso cómica: lo equivalente a calcular que la circunferencia de la Tierra es de solo cincuenta centímetros. Pero estos resultados absurdos no te importan, porque el modo concentrado, más propio del hemisferio izquierdo, conlleva el deseo de ceñirte a lo que has hecho.

Este es el problema del modo de análisis concentrado, que se apoya más en el hemisferio izquierdo. Proporciona un enfoque analítico y optimista. Pero las investigaciones arrojan abundantes indicios de que también tiene potencial para la rigidez, el dogmatismo y el egocentrismo.

Cuando estás absolutamente seguro de que lo que has hecho en un examen es correcto, muchas gracias, sé consciente de que esa sensación puede estar basada en puntos de vista demasiado confiados, procedentes en parte del hemisferio izquierdo. Cuando tomas distancia y repasas, permites una mayor interacción

entre hemisferios, aprovechando los puntos de vista y las capacidades especiales de cada uno.

Las personas que se han sentido incómodas con las matemáticas a menudo caen en la trampa del bingo del formulario. Intentan desesperadamente encontrar una pauta en la explicación del profesor o del libro y hacer que sus ecuaciones encajen con esa pauta. Los buenos aprendices cuestionan su trabajo para asegurarse de que tiene sentido. Se preguntan qué significan las ecuaciones y de dónde salen.

> El primer principio es que no debes engañarte a ti mismo. Y precisamente tú eres la persona más fácil de engañar.[8]
>
> *El físico* RICHARD FEYNMAN, , *dando consejos sobre cómo evitar la pseudociencia que se hace pasar por ciencia*

EL VALOR DE LA LLUVIA DE IDEAS EN GRUPO

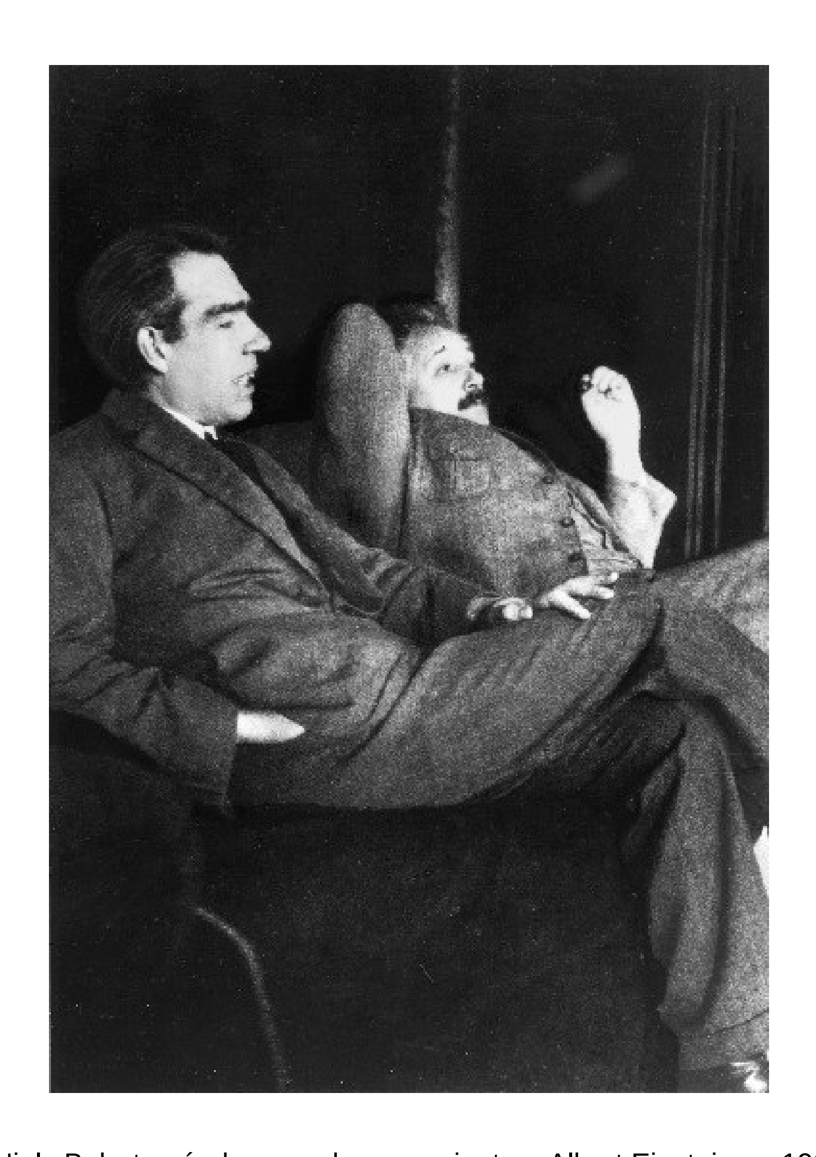
Niels Bohr estaba muy involucrado en el Proyecto Manhattan, el apurado esfuerzo de Estados Unidos durante la Segunda Guerra Mundial para crear la bomba atómica antes que los nazis. También era uno de los más grandes físicos que han existido, lo cual podía acabar planteándole dificultades para pensar inteligentemente acerca de la física.

Bohr era tan respetado —como el genio que había propiciado el desarrollo de la física cuántica— que su pensamiento era considerado inatacable. Ello significaba que ya no podía participar en una reunión para discutir nuevas ideas. Sin importar lo surrealista que fuera una idea planteada por Bohr, los demás físicos del equipo la recibirían con elogios como si fuera algo sagrado.

Bohr afrontó ese reto de una manera curiosa.

Richard Feynman, al parecer, tenía la capacidad de no dejarse intimidar por los demás y de centrarse en lo físicamente correcto, sin importar quien tuviera al lado. Era tan bueno que se convirtió en el as en la manga de Bohr. En aquel momento Feynman solo era un joven entre la multitud de físicos prominentes que se encontraban en Los Álamos. Pero fue escogido por Bohr para hacer sesiones privadas de intercambio de ideas, reuniones que eran previas a las de Bohr con los demás físicos. ¿Por qué? Porque Feynman era el único que no quedaba intimidado por Bohr y era capaz de decirle que algunas de sus ideas eran alocadas.[9]

Como Bohr sabía, el intercambio de ideas y la colaboración con otras personas, siempre y cuando tengan los conocimientos adecuados, pueden ser muy útiles. A veces no es suficiente utilizar toda tu propia potencia neuronal, ambos modos y hemisferios, para analizar tu trabajo. Al fin y al cabo, todas las personas tienen sus puntos ciegos. Tu modo concentrado ingenuamente seguro puede, sin embargo, pasar errores por alto, sobre todo si eres tú quien cometió originalmente los errores.[10] Todavía peor, a veces puedes creer a ciegas que has acertado en todo intelectualmente, pero no es así. (Es el tipo de cosas que puden dejarte boquiabierto si descubres que has suspendido un examen en el que creías haberte lucido.)



Niels Bohr tomándose un descanso junto a Albert Einstein en 1925.

Si te haces el propósito de estudiar de vez en cuando con amigos, puedes captar más fácilmente en qué punto se han desencaminado tus pensamientos. Los camaradas y compañeros de estudios pueden actuar como una especie de modo difuso a gran escala, fuera de tu propio cerebro, que puede captar lo que tú te perdiste, o lo que simplemente no habrías podido ver. Y, por supuesto, como ya se ha mencionado, explicar lo que has aprendido ayuda a edificar tu propia comprensión.

La importancia de trabajar con otros no está relacionada únicamente con la resolución de problemas: también es importante para cultivar una trayectoria

profesional. Una simple sugerencia de un compañero para que te apuntes a la asignatura del extraordinario Profesor Entusiasta o para que compruebes una recién publicada lista de ofertas de trabajo puede marcar una gran diferencia en tu trayectoria vital. Uno de los artículos más citados en el terreno de la sociología, «The Strength of Weak Ties» [La fuerza de los lazos débiles], del sociólogo Mark Granovetter, describe como el número de conocidos que tienes, y no el número de buenos amigos, permite predecir tu facilidad para estar al corriente de las ideas más novedosas así como tu éxito en el mercado de trabajo.[11] Tus buenos amigos, después de todo, tienden a moverse en los mismos círculos sociales que tú. Pero los conocidos —como por ejemplo los compañeros de clase— se inclinan por moverse en distintos círculos, de manera que tu acceso al modo difuso interpersonal externo al cerebro es exponencialmente mayor.

Aquellos con quienes estudias deberían tener, por lo menos ocasionalmente, una postura agresivamente crítica. Las investigaciones sobre la creatividad en los equipos de trabajo han demostrado que las interacciones consensuales, sin juicios de valor, son menos productivas que las sesiones donde la crítica es aceptada e incluso solicitada como parte del juego.[12] Si alguno de tus compañeros de estudio piensa que has entendido algo mal, o tú mismo lo piensas, es importante decirlo tal cual y airear el porqué del error sin preocuparse por los sentimientos heridos. Por supuesto, no te interesa ir por ahí vituperando gratuitamente a los demás, pero una preocupación excesiva por crear un «entorno seguro» para la crítica en realidad mata la capacidad de pensamiento constructivo y creativo, porque te estás centrando más en las otras personas que en el tema de la discusión.

Igual que Feynman, debes tener presente que la crítica, tanto si la haces como si la recibes, no es realmente sobre ti. Es acerca de lo que estáis intentando comprender. En una línea parecida, a menudo las personas no se dan cuenta de que la competición puede ser una cosa buena: es una intensa forma de colaboración que puede ayudar a sacar lo mejor de las personas.

Los compañeros de estudios, o de las sesiones de intercambio de ideas, y

nuestros amigos pueden ayudarnos de otra manera. No suele preocuparte parecer tonto ante tus amigos. Pero no quieres parecer demasiado tonto: por lo menos, no muy a menudo. Estudiar junto a otros, pues, puede ser un poco como practicar ante un público. Las investigaciones han demostrado que esta práctica pública hace que te resulte más fácil pensar correctamente y reaccionar bien en situaciones estresantes como examinarse o dar una charla.[13] Los compañeros de estudio también tienen otra ventaja, relacionada con el caso en el que las fuentes habitualmente fiables están equivocadas. Inevitablemente, sin importar lo buenos que sean tu profesor o el libro de texto, dirán algo incorrecto. Los compañeros pueden ayudar a identificar el error y deshacer la confusión resultante, evitando que sigas una pista falsa y que pierdas horas con los intentos de explicarte algo completamente erróneo.

Pero unas últimas palabras de advertencia: los grupos de estudio pueden ser poderosamente efectivos para aprender matemáticas, ciencias, ingeniería y tecnología. Sin embargo, si las sesiones de estudio se convierten en ocasiones para la vida social, todas las ventajas se pierden. Mantén las conversaciones intrascendentes al mínimo, no dejes que el grupo se distraiga y completa tu trabajo.[14] Si ves que las reuniones empiezan entre cinco y quince minutos tarde, que los miembros del grupo no han leído el material de estudio y que la conversación suele desviarse del tema, búscate otro colectivo.

TRABAJO EN EQUIPO PARA INTROVERTIDOS

Soy introvertido y no me gusta trabajar con otras personas. Pero cuando tenía dificultades en mis clases de ingeniería de la universidad (en los años 1980), llegué a la conclusión de que necesitaba otro par de ojos, aunque seguía sin querer trabajar con nadie. Como entonces no teníamos el chat por Internet, nos dejábamos notas en las puertas de los dormitorios. Jeff, un compañero de clase, y yo teníamos un sistema: si yo escribía: «1) 1,7 m/s», eso quería decir que la respuesta al problema 1 de los deberes era 1,7 metros por segundo. Si tras salir de la ducha veía que Jeff había

escrito: «No, 1) 11 m/s», entonces repasaba desesperadamente mis propios deberes y encontraba un fallo, pero entonces me daba 8,45 m/s. Me iba a la habitación de Jeff, que estaba con una guitarra colgada al hombro, y discutíamos intensamente, cada uno con su solución. Entonces volvíamos a trabajar en ello cada uno por su lado. De repente yo veía que la respuesta era 9,37 m/s, él también lo veía, y ambos obteníamos un 100% de aciertos en los deberes. Como puedes ver, hay maneras de trabajar con los demás que solo requieren una interacción mínima si no te gusta trabajar en grupo.

PAUL BLOWERS, *profesor de universidad (distinguido por la extraordinaria calidad de su enseñanza), Universidad de Arizona*

EN RESUMEN

- En el modo concentrado puedes cometer errores críticos incluso aunque estés convencido de que lo has hecho todo correctamente. Repasar tu trabajo facilita que adquieras una perspectiva más amplia de él, usando procesos neuronales ligeramente distintos que pueden ayudarte a ver las equivocaciones.
- Trabajar con otros que no teman disentir puede:
  - Ayudarte a identificar errores en tus razonamientos.
  - Hacer que te resulte más fácil pensar correctamente y reaccionar bien en situaciones estresantes.
  - Mejorar tu aprendizaje, asegurándote de que comprendes realmente lo que estás explicando a los demás y reforzando lo que sabes.
  - Desarrollar contactos importantes para tu trayectoria profesional y contribuir a orientarte hacia una mejor toma de decisiones.
- En el ámbito de los estudios, la crítica, tanto si la haces como si la recibes, no debería tomarse como algo personal. Es un análisis acerca de lo que estás intentando entender.
- Lo más fácil es engañarse a uno mismo.

PÁRATE A PENSAR

Cierra el libro y aparta la mirada. ¿Cuáles eran las ideas principales de este capítulo? Intenta recordar algunos de esos conceptos cuando estés con amigos: ¡ello también les ayudará a ellos a saber lo valiosas que son en realidad sus interacciones contigo!

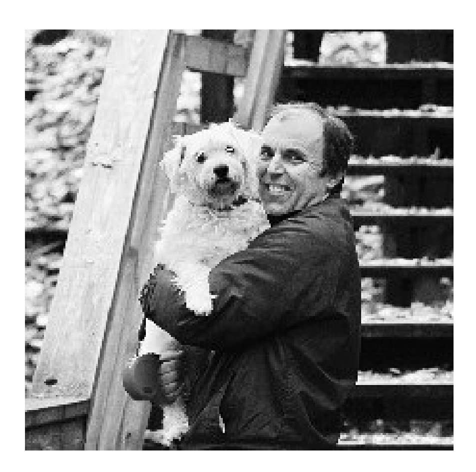
POTENCIA TU APRENDIZAJE

1. Explica alguna situación en la que estabas absolutamente seguro de algo y al final se demostró que estabas equivocado. Como resultado de este y de otros incidentes similares, ¿crees que ahora eres más capaz de aceptar las críticas de los demás respecto a tus ideas?

2. ¿Cómo puedes hacer que las sesiones de estudio con tus compañeros de clase sean más efectivas?

3. ¿Qué harías si te encontraras en un grupo que pareciera centrarse en otras cuestiones aparte de los estudios?

CONSEJOS SOBRE EL APRENDIZAJE DEL PROFESOR DE FÍSICA BRAD ROTH, MIEMBRO DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE FÍSICA Y COAUTOR DE INTERMEDIATE *PHYSICS FOR MEDICINE AND BIOLOGY* [FÍSICA DE NIVEL INTERMEDIO PARA LA MEDICINA Y LA BIOLOGÍA]



«Una cosa que subrayo en mis clases es pensar antes de calcular. Realmente detesto la “formulitis” que tienen muchos estudiantes. Me encuentro también con la necesidad de recordarles constantemente que las ecuaciones no son solo expresiones donde introduces unos números para obtener otros. Las ecuaciones nos explican una historia sobre cómo funciona el mundo físico. Para mí, la clave para entender una ecuación de física está en ver la historia que tiene detrás. Una comprensión cualitativa de una fórmula es más importante que sacar números cuantitativamente correctos de ella.

»He aquí algunos consejos más:

Brad Roth y su perro Suki, disfrutando de los colores del otoño en Michigan.

1. A menudo lleva mucho menos tiempo comprobar tus deberes que resolver un problema. Es una lástima pasar veinte minutos sacando adelante un ejercicio y que luego resulte incorrecto porque no habías dedicado un par de minutos a la comprobación.

2. Las unidades de medida son tus amigas. Si no son las mismas en ambos lados de una ecuación, esta no es correcta. No puedes sumar algo que se mide en segundos a algo que se mide en metros. Es como combinar manzanas y piedras: no sale nada comestible. Puedes repasar tus cálculos y, si encuentras el lugar donde las unidades dejan de ser iguales, probablemente hallarás tu error. A veces me han pedido que revisara artículos de investigación, enviados a revistas profesionales, que contenían errores parecidos con las unidades.

3. Tienes que pensar acerca de lo que la ecuación significa, de modo que tu resultado matemático y tu intuición cuadren. Si no lo hacen, entonces tienes un error en tus cálculos o bien un error en tu intuición. En cualquier caso, sales ganando al identificar por qué motivo difieren.

4. (Algo más avanzado.) En el caso de una expresión complicada, toma casos límite en los que una u otra variable tienda a cero o a infinito, y comprueba si ello te ayuda a entender qué dice la ecuación».

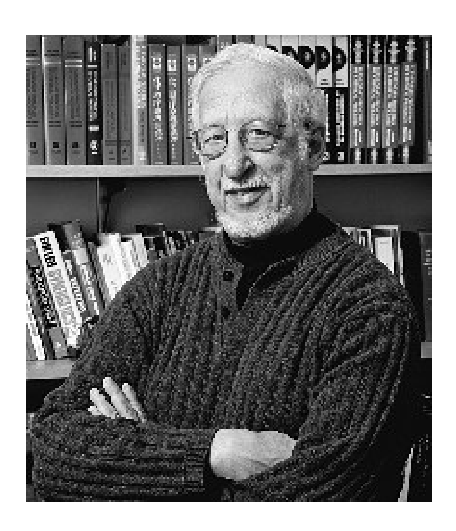
17

EXAMINARSE

Lo hemos mencionado antes, pero vale la pena repetirlo, en letras destacadas: **el hecho de examinarse es en sí mismo una poderosa experiencia de aprendizaje.** Ello significa que, durante tu preparación, el esfuerzo que dedicas a examinarte y autoevaluarte, incluyendo las pequeñas pruebas preliminares de rememoración y de resolución de problemas, es fundamental. Si comparas cuánto aprendes en una hora de estudio con cuánto aprendes en una hora de examen de la misma materia, ves que has retenido y aprendido mucho más como resultado del tiempo dedicado a examinarte. Por lo que parece, el hecho de examinarse tiene un maravilloso efecto de concentración mental.

Virtualmente todo de lo que hemos hablado en este libro está pensado para facilitar que el proceso de examinarse parezca algo lógico y natural, una simple extensión de los métodos que usas para aprender una materia. O sea, que ahora es el momento de ir directamente a uno de los contenidos centrales de este capítulo y del libro entero: una lista que puedes usar para ver si tu preparación de cara a las evaluaciones es correcta.

LISTA DE COMPROBACIONES PARA PREPARAR EXÁMENES



El profesor Richard Felder es una leyenda entre los profesores de ingeniería: puede argumentarse que ha hecho tanto o más que cualquier otro enseñante de este siglo para ayudar a estudiantes de todo el mundo a alcanzar la excelencia en matemáticas y ciencias.[1] *Una de las técnicas más simples y quizá más efectivas que el doctor Felder ha usado para ayudar a los estudiantes se halla en un memorándum que escribió para aquellos que han quedado decepcionados con las notas de sus exámenes*.[2]

«Muchos de vosotros le habéis dicho a vuestro profesor que entendíais el material del curso mucho mejor de lo que demostraban las notas de vuestro último examen, y algunos habéis preguntado qué deberíais hacer para evitar que suceda lo mismo en el siguiente.

»Deja que te haga algunas preguntas acerca de cómo te has preparado para el examen. Contéstalas tan honestamente como puedas. Si contestas “No” a muchas de ellas, tu nota decepcionante no debería resultar demasiado sorprendente. Si todavía hay muchos "noes" tras el próximo examen, tu nota decepcionante en ese examen debería ser todavía menos sorprendente. Si tu respuesta a la mayoría de estas preguntas es “Sí” y aún así las notas son malas, aquí está pasando algo. Podría ser una buena idea que te reunieras con tu profesor o un consejero para identificar de qué se trata.

»Verás que varias de las preguntas dan por supuesto que colaboras con compañeros de clase para hacer los deberes, ya sea comparando soluciones obtenidas individualmente o trabajando de verdad uno al lado del otro para buscar las soluciones. Cualquiera de los dos enfoques es bueno. De hecho, si has estado trabajando a solas y las notas de tus exámenes son insatisfactorias, yo te aconsejaría firmemente que encontraras uno o dos compañeros para estudiar y hacer deberes juntos antes del próximo examen. (Sin embargo, ten cuidado con la segunda

posibilidad; si lo que haces es sobre todo mirar cómo otros resuelven los problemas, probablemente no te estás haciendo ningún bien.)

»La respuesta a la pregunta “¿Cómo debería prepararme para el examen?” queda clara una vez has rellenado la lista de comprobaciones».

Haz lo que sea necesario para poder contestar «Sí» a la mayoría de preguntas.

Lista de comprobaciones para preparar exámenes

Contesta «Sí» solo si has estado haciendo habitualmente lo que se describe (al contrario de en ocasiones o nunca).

Deberes

__Sí __No 1. ¿Has hecho un serio esfuerzo para comprender el texto? (Limitarse a buscar unos cuantos ejemplos explicados no cuenta.)

__Sí __No 2. ¿Has trabajado en los deberes junto a compañeros de clase, o por lo menos has comparado tus soluciones con las de otros?

__Sí __No 3. ¿Has intentado hacerte una idea de la manera de resolver cada problema de los deberes antes de trabajar junto a tus compañeros?

Preparación de exámenes

Cuantas más respuestas afirmativas marques, mejor será tu preparación para el examen. Si has marcado dos o más soluciones negativas, piensa seriamente acerca de cambiar algunas cosas en tu manera de preparar la próxima evaluación.

__Sí __No 4. ¿Has participado activamente en discusiones en gru po acerca de los deberes (contribuyendo con ideas, haciendo preguntas)?

__Sí __No 5. ¿Has consultado con el profesor o los asistentes cuando has tenido dificultades con algo?

__Sí __No 6. ¿Entendiste todas las soluciones a los problemas de los deberes cuando te las dieron?

__Sí __No 7. ¿Pediste explicaciones en clase acerca de las solucio nes que no te quedaron claras?

__Sí __No 8. Si tenías un programa de la asignatura, ¿lo repasaste cuidadosamente antes del examen y te convenciste de que po días hacer todo lo que figuraba en él?

__Sí __No 9. ¿Intentaste hallar soluciones cualitativas y rápidas a muchos problemas, sin perder tiempo en el álgebra y los cálcu los?

__Sí __No 10. ¿Repasaste el programa de la asignatura y los pro blemas junto a compañeros de clase? ¿Os hicisteis preguntas los unos a los otros?

__Sí __No 11. Si hubo una clase de repaso antes del examen, ¿asististe a ella e hiciste preguntas acerca de cualquier cosa de la que no estuvieras seguro?

__Sí __No 12. ¿Has dormido razonablemente bien la noche antes del examen? (Si tu

respuesta es no, tus respuestas de la 1 a la 11 podrían no tener importancia.)

__Sí __No TOTAL

LA TÉCNICA EMPIEZA-POR-LO-DIFÍCIL-SALTAA-LO-FÁCIL

La manera clásica en que los estudiantes aprenden a afrontar los exámenes de matemáticas y ciencias es tratar con los problemas más fáciles en primer lugar. Tienes la idea de que cuando hayas acabado los ejercicios relativamente simples podrás arreglártelas con los más difíciles.

Este enfoque les funciona a algunas personas, más que nada porque cualquier cosa le funciona a alguien. Pero, desgraciadamente, es inadecuado para la mayoría. Los problemas difíciles suelen necesitar mucho tiempo, por lo que te interesa empezar el examen por ellos. Los ejercicios complicados también reclaman a gritos las capacidades creativas del modo difuso. Pero para acceder al modo difuso, ¡es necesario que no estés concentrado en lo que tanto deseas resolver!

¿Qué hacer? ¿Primero los problemas fáciles? ¿O los difíciles?

La respuesta es empezar por los complicados, pero saltar rápidamente a los sencillos. Lo que quiero decir es lo siguiente:

Cuando te den el examen, primero echa un vistazo a todos los problemas para situarte. (Esto deberías hacerlo en todos los casos.) Intenta identificar el problema más difícil. Entonces, cuando empieces a trabajar en los problemas, comienza por el que parezca ser el más difícil. Pero mentalízate para dejarlo a la espera si en uno o dos minutos te atascas o tienes la sensación de que te podrías estar equivocando.

Esto tiene un efecto excepcionalmente útil. Al empezar por lo difícil, introduces el problema más complicado en la mente, y entonces desvías la atención de él. Ambas actividades pueden ayudar a que el modo difuso empiece su trabajo.

Si tu trabajo inicial en el primer problema difícil te ha descolocado, entonces pasa a un problema fácil, y termínalo o avánzalo tanto como puedas.

Luego pasa a otro ejercicio de aspecto complejo e intenta hacer algún progreso. Salta de nuevo a algo más sencillo tan pronto como tengas la sensación de estar liado o atascado.

> Con mis estudiantes, hablo de la preocupación buena y de la preocupación mala. La positiva aporta motivación y concentración mientras que la negativa simplemente malgasta energía.
>
> BOB BRADSHAW, , *profesor de matemáticas, Colegio universitario Ohlone*

Cuando vuelvas a los problemas más difíciles, a menudo tendrás la satisfacción de ver que la continuación te parece más obvia. Quizá no seas capaz de llegar hasta el final inmediatemente, pero por lo menos puedes avanzar algo antes de pasar a algún otro ejercicio en el que puedas hacer progresos.

En cierto sentido, con esta manera de enfocar los exámenes, estás siendo como un chef eficiente. Mientras estás esperando que se fría un bistec, puedes cortar rápidamente unas rodajas de tomate, pasar al condimento para la sopa y después ocuparte de pelar cebollas. La técnica empiezapor-lo-difícil-salta-a-lo-fácil hace un uso más eficiente de tu cerebro al permitir que distintas partes de él trabajen simultáneamente en distintos pensamientos.[3]

El uso de esta técnica en los exámenes garantiza que por lo menos trabajarás un poco en cada problema. También es una valiosa herramienta para ayudarte a evitar el *Einstellung*, quedarte bloqueado en un enfoque erróneo, porque tienes la oportunidad de mirar los problemas desde perspectivas distintas en momentos diferentes. Todo ello es particularmente importante si tu profesor da puntos por problemas inacabados.

El único reto de este enfoque es que debes tener la autodisciplina necesaria para apartarte de un problema cuando te has quedado atascado uno o dos minutos en él. Para la mayoría de estudiantes, es fácil. Para otros, requiere disciplina y fuerza de voluntad. En cualquier caso, a estas alturas eres muy consciente de que en las *mates* y las ciencias una persistencia inoportuna puede provocar dificultades innecesarias.

Este podría ser el motivo por el que a los alumnos a veces les viene la solución a la cabeza justo cuando salen del examen. Cuando lo dejaron, su atención se desplazó, permitiendo que el modo difuso adquiriera la poca tracción que necesitaba para ponerse a trabajar y dar con la respuesta. Demasiado tarde, claro está.

A algunas personas les preocupa que empezar un problema y dejarlo apartado al poco rato pueda causar confusión durante el examen. No parece que eso sea un problema para la mayoría de la gente; después de todo, los chefs aprenden a conseguir que todos los platos de una cena salgan bien. Pero si todavía te preocupa que esta estrategia pueda no funcionar en tu caso, ponla a prueba en primer lugar con los problemas de los deberes.

Ten cuidado con algunos casos en los que empezar-porlo-difícil-saltar-a-lo-fácil podría no ser la técnica adecuada. Si el profesor solo da pocos puntos por un problema realmente difícil (a algunos profesores les gusta hacerlo así), quizá quieras concentrar tus esfuerzos en otros. Algunos sistemas informatizados de evaluación no pemiten volver atrás, de modo que tu mejor opción al afrontar una pregunta difícil es simplemente respirar hondo una o dos veces (asegúrate de sacar el aire, también) y hacerlo lo mejor que puedas. Y si no te has preparado bien para el examen, entonces tienes pocas opciones. Consigue tantos puntos individuales como puedas.

A mis estudiantes les digo que afronten sus miedos. A menudo lo que más temes es no obtener las notas necesarias para empezar la carrera que has escogido. ¿Cómo puedes gestionar eso? Sencillo. Ten un plan B para una carrera alternativa. Una vez has trazado una opción para la peor contingencia, quedarás sorprendido al comprobar que el miedo empieza a remitir. Estudia a fondo hasta el día del examen y entonces relájate. Dite a ti mismo: «Bueno, a ver cuántas preguntas puedo acertar. Siempre puedo dedicarme a la otra carrera». Eso ayuda a liberar tensiones de modo que en realidad obtienes una mejor nota y estás más cerca de poder hacer la que escogiste en primer lugar.

TRACEY MAGRANN, *profesora de Biología, Saddleback College*

POR QUÉ PUEDE SURGIR LA ANSIEDAD EN LOS EXÁMENES Y CÓMO AFRONTARLA

Si eres un examinando estresado, recuerda que bajo presión el cuerpo segrega sustancias químicas, como el cortisol. Ello puede provocar sudoración en las palmas de las manos, palpitaciones y un nudo en la garganta. Pero según las investigaciones, y esto resulta interesante, es cómo interpretas tú esos síntomas, el relato que te cuentas a ti mismo acerca de por qué estás estresado, lo que marca toda la diferencia. Si te replanteas tus pensamientos, y cambias «este examen me ha asustado» por «¡este examen me ha retado a sacar lo mejor de mí mismo!», tu rendimiento puede mejorar significativamente.[4]

Otro buen consejo para el pánico ante un examen es que desplaces momentáneamente la atención a tu respiración. Relaja tu estómago, pon la mano sobre él y respira hondo, despacio. Tu mano debería moverse hacia fuera, incluso cuando todo tu pecho se hincha como un globo.

Mediante este tipo de respiración profunda estás enviando oxígeno a áreas críticas de tu cerebro. Eso envía la señal de que todo va bien y te ayuda a calmarte. Pero no empieces a hacer esta respiración el día del examen. Si has practicado esta técnica durante las semanas anteriores —un minuto o dos de vez

en cuando es todo lo que se necesita— podrás entrar de manera más sencilla en la pauta respiratoria durante el examen. (Recuerda, ¡el entrenamiento lleva a la permanencia!) Es particularmente importante entrar en dicha pauta de respiración más profunda durante los ansiosos momentos previos a entregar el examen. (Y sí, si estás interesado, hay docenas de aplicaciones para móvil que pueden prestarte ayuda.)

Otra técnica involucra la atención plena.[5] En ella, aprendes a distinguir entre un pensamiento que surge de manera natural («la semana que viene tengo un examen importante») y una proyección emocional que puede pegarse a él («si suspendo el examen, quedaré fuera del programa, ¡y entonces no estoy seguro de lo que voy a hacer!»). Estos pensamientos pegajosos, según parece, son proyecciones que surgen como destellos del modo difuso. Aparentemente, incluso unas pocas semanas de simple práctica para aprender a resituar estos pensamientos y sentimientos como nada más que pegajosas proyecciones ayudan a calmar y tranquilizar la mente. Replantearte tu reacción ante tales pensamientos intrusivos funciona mucho mejor que simplemente intentar suprimirlos. Los estudiantes que dedicaron unas cuantas semanas a practicar con el enfoque de la atención plena rindieron más en sus exámenes, experimentando menos pensamientos que les distrajeran.

Ahora puedes ver por qué esperar hasta el final del examen para trabajar en las preguntas más difíciles puede provocar problemas. Justo cuando estás cada vez más estresado porque se te está acabando el tiempo, ¡también estás afrontando los ejercicios más duros! Mientras tus niveles de tensión aumentan, intentas prestar mucha atención, pensando que el modo concentrado resolverá tus problemas, pero claro, en vez de eso tu concentración impide que el modo difuso pueda empezar a funcionar.

¿El resultado? «Parálisis por análisis».[6] La técnica «empezar-por-lo-difícil-saltar-a-lo-fácil» evita esto.

EXÁMENES DE MUESTRA Y «ADIVINACIÓN» MÚLTIPLE... UNOS CUANTOS CONSEJOS

Cuando reparto exámenes de respuesta múltiple, a veces me encuentro con que los estudiantes no aciertan a captar plenamente qué está pidiendo el enunciado antes de lanzarse a leer las posibles respuestas. Yo les aconsejo que tapen las soluciones e intenten recordar la información para que primero puedan responder la pregunta por su cuenta.

Cuando mis alumnos se quejan de que el examen de muestra era muuucho más fácil que el de verdad, les pregunto: ¿Cuáles son las variables confusas que diferencian ambas situaciones? Cuando hiciste el examen de muestra, ¿estabas en casa relajado, con música puesta? ¿Colaborando con un compañero de clase? ¿Sin límite de tiempo? ¿Con el formulario y el material del curso a mano? Estas circunstancias no son exactamente parecidas a un aula llena con un reloj haciendo tictac. De hecho, a los que tienen ansiedad en los exámenes les animo a que se lleven su prueba de muestra a otra aula (una clase grande donde puedan entrar y quedarse en el fondo sin llamar la atención) e intenten contestarlo allí.

SUSAN SAJNA HEBERT, *profesora de Psicología, Universidad de Lakehead*

REFLEXIONES FINALES SOBRE LOS EXÁMENES

El día antes de un examen (o exámenes), echa un rápido vistazo a los materiales de estudio para refrescarlos. Al día siguiente necesitarás la musculatura tanto del modo concentrado como del modo difuso, de modo que no te conviene estrujarte el cerebro. (No correrías una carrera de diez kilómetros el día antes de cubrir una maratón.) No te sientas culpable si parece que no eres capaz de trabajar muy en serio el día antes de un examen importante. Si te has preparado de forma correcta, dicha reacción es natural: te estás reservando subconscientemente para mantener tu energía mental.

Cuando te estés examinando, también deberías recordar que tu mente puede engañarte y hacerte creer que has hecho lo correcto, aunque no sea así. Eso

significa que, siempre que sea posible, deberías parpadear, desplazar tu atención y luego volver a comprobar tus respuestas desde un punto de vista general, preguntándote: «¿Esto tiene realmente sentido?». A menudo hay más de una manera de resolver un problema, y comprobar tus respuestas desde una perspectiva diferente te da una oportunidad de oro para verificar lo que has hecho.

Si no hay otro modo de hacer las comprobaciones que volver a repasar tu argumentación, recuerda que pequeños errores como signos menos ausentes, números mal sumados y átomos olvidados han confundido incluso a los más avanzados estudiantes de matemáticas, ciencias e ingeniería. Haz todo lo que puedas para pillar esos errores. En las clases de ciencias, el hecho de que las unidades de medida encajen en ambos lados de cada ecuación puede darte una pista importante acerca de si has resuelto el problema correctamente.

El orden que sigues en los exámenes también es importante. Los estudiantes generalmente hacen los problemas desde el principio hasta el final. Parece ser que a veces, cuando estás haciendo las comprobaciones, empezar más hacia el final y volver hacia el principio puede dar al cerebro una perspectiva más fresca que te ayude a detectar los errores con mayor facilidad.

Nunca nada es completamente seguro. En ocasiones puede ocurrir que hayas estudiado mucho y los dioses de los exámenes simplemente no cooperen. Pero si te preparas bien, practicando y construyendo una buena biblioteca mental de técnicas para resolver problemas y afrontas los exámenes sensatamente, verás que la suerte estará cada vez más de tu lado.

EN RESUMEN

- No dormir lo suficiente la noche antes de un examen puede anular cualquier otra preparación previa.
- Examinarse es un asunto serio. Del mismo modo que los pilotos de combate y los médicos deben superar una serie de pruebas, rebasar las tuyas propias durante la preparación de los exámenes puede aumentar enormemente tus probabilidades de éxito.

- Estrategias contrarias a la intuición como la técnica empezar-por-lo-difícil-saltar-a-lo-fácil puede dar a tu cerebro la oportunidad de reflexionar acerca de los retos más complicados incluso mientras te estás concentrando en otros problemas más sencillos.
- El cuerpo segrega sustancias químicas cuando está bajo estrés. Tu manera de interpretar las reacciones corporales a dichas sustancias marca toda la diferencia. Si cambias tu planteamiento de «Este examen me ha asustado» a «¡Este examen me ha retado a sacar lo mejor de mí mismo!», eso ayuda a mejorar tu rendimiento.
- Si te entra el pánico durante un examen, desplaza tu atención momentáneamente a tu respiración. Relaja el estómago, pon la mano encima y respira lenta y profundamente. Tu mano debería moverse hacia fuera, y tu pecho debería hincharse como un globo.
- Tu mente puede engañarte, haciéndote creer que lo que has hecho es correcto, aunque no lo sea. Eso significa que, siempre que sea posible, deberías parpadear, desplazar la atención y luego repasar tus respuestas desde una perspectiva general, preguntándote:

«¿Esto tiene realmente sentido?».

PÁRATE A PENSAR

Cierra el libro y aparta la mirada. ¿Cuáles eran las ideas principales de este capítulo? ¿Qué nuevos conceptos te resultarán particularmente importantes para probarlos en relación con los exámenes?

POTENCIA TU APRENDIZAJE

1. ¿Cuál es el paso singularmente importante para la preparación de un examen? (Pista: sin él, nada de lo que hayas hecho para prepararte cuenta.)

2. Explica cómo determinarías si es el momento de obligarte a dejar por un rato un problema difícil en un examen donde estás usando la técnica de empezar-por-lo-difícil-saltar-a-lo-fácil.

3. Se ha sugerido una técnica de respiración profunda como ayuda ante sensaciones de pánico. ¿Por qué crees que la explicación ponía el énfasis en respirar de modo que se note en el vientre y no solo en el pecho?

4. ¿Por qué te podría interesar desplazar tu atención momentáneamente antes de repasar tus respuestas en un

examen?

LA PSICÓLOGA SIAN BEILOCK NOS ALECCIONA SOBRE CÓMO EVITAR EL TEMIDO «BLOQUEO»



Sian Beilock es profesora de Psicología en la Universidad de Chicago. Es una destacada experta mundial en cómo reducir las sensaciones de pánico bajo situaciones de gran exigencia, y es autora del libro Choke: What the Secrets of the Brain Reveal about Getting it Right When You Have To *[Bloqueo: lo que los secretos del cerebro revelan sobre acertar cuando necesitas hacerlo.]* [7]

«Los estudios y las situaciones muy exigentes pueden ponerte bajo mucho estrés. Sin embargo, un volumen creciente de investigaciones demuestra que algunas intervenciones psicológicas razonablemente sencillas pueden reducir tu ansiedad frente a los exámenes y aumentar tu aprendizaje en el aula. Esos controles no te enseñan contenido académico; están dirigidos a tus actitudes.

»Mi equipo de investigación ha descubierto que si escribes sobre tus pensamientos y sentimientos respecto a un examen inmediatamente antes de realizarlo, ello puede reducir el impacto negativo de la presión en el rendimiento. Pensamos que escribir ayuda a liberar la mente de pensamientos negativos, de modo que dichos pensamientos tengan menos probabilidades de aparecer y distraerte en el fragor de la batalla.

»El estrés menor de muchos autoexámenes a medida que vas dominando el

material de estudio también puede prepararte para el estrés más intenso de las evaluaciones de verdad. Como has aprendido en este libro, examinarte a ti mismo mientras estás aprendiendo es una gran manera de consolidar la información en la mente, haciendo que sea más fácil encontrarla durante los apuros de una prueba decisiva.

»También es cierto que el monólogo interior negativo, es decir, pensamientos malos que surgen de tu propia mente, pueden afectar seriamente a tu rendimiento. O sea, que asegúrate de que lo que dices y piensas acerca de ti mismo cuando te estés preparando para los exámenes sea siempre positivo. Si es necesario, interrúmpete a ti mismo a medio pensamiento para evitar la negatividad, incluso si tienes la sensación de que te acechan dragones apocalípticos. Si das un problema por perdido, o incluso varios problemas, mantén el ánimo elevado y concéntrate en el siguiente ejercicio.

»Finalmente, una razón por la que a veces los estudiantes se bloquean en un examen es que se lanzan frenéticamente a resolver un problema antes de que hayan pensado realmente con qué se están enfrentando. Aprender a hacer una pausa de unos cuantos segundos antes de empezar o cuando tropiezas con un obstáculo puede ayudarte a ver el mejor camino hacia la solución: eso contribuye a evitar la sensación suprema de bloqueo, cuando te das cuenta repentinamente de que has perdido mucho tiempo siguiendo un callejón sin salida.

»Aprender a mantener tu estrés dentro de unos cauces es, sin duda, posible. Sorprendentemente, no te interesaría eliminar el estrés por completo, porque un poco de presión puede ayudarte a rendir según tu mejor nivel cuando eso es lo más importante.

»¡Buena suerte!».

18

LIBERA TU POTENCIAL

Richard Feynman, aficionado a tocar el bongó y físico ganador del Premio Nobel, era un tipo jovial. Pero hubo unos cuantos años, los mejores y peores de su vida, que desafiaron su entusiasmo habitual.

A principios de la década de 1940, la esposa de Feynman, Arlene, yacía en un hospital, enferma de tuberculosis. Solo podía ir a verla muy de vez en cuando porque él estaba en Los Álamos, una aislada población del estado de Nuevo México, trabajando en uno de los planes más importantes de la Segunda Guerra Mundial: el ultrasecreto Proyecto Manhattan. Por aquel entonces, Feynman no era famoso. No se le concedían privilegios especiales.

Para mantener la mente ocupada cuando terminaba su jornada laboral y la ansiedad o el aburrimiento asomaban a su cabeza, Feynman se dedicó a una actividad que le permitiría espiar los secretos más profundos y oscuros de las personas: empezó a aprender a abrir cajas fuertes.

Convertirse en un abrecajas experto no es fácil. Feynman desarrolló su intuición, dominando las estructuras internas de los cierres y practicando como un concertista de piano para que sus dedos pudieran probar rápidamente las permutaciones restantes cuando ya tenía las primeras cifras de una combinación.

Con el tiempo, Feynman se enteró de que un cerrajero profesional había sido recientemente contratado en Los Álamos: un auténtico experto que podía abrir una caja fuerte en segundos.

Un experto ¡al alcance de la mano! Feynman se dio cuenta de que si podía trabar amistad con ese hombre, los más profundos secretos de las cajas fuertes serían suyos.

EN ESTE LIBRO hemos explorado nuevas perspectivas sobre el aprendizaje. A veces, como hemos descubierto, tu deseo de entender las cosas enseguida es lo que te impide ser capaz de comprenderlas. Es casi como si, al tender tu mano derecha demasiado rápido, automáticamente tu mano izquierda la agarrara y te retuviera.

Los grandes artistas, científicos, ingenieros y maestros de ajedrez como Magnus Carlsen aprovechan los ritmos naturales de sus cerebros, empezando por una intensa concentración, trabajando duro para que el problema entre en la mente. Luego desplazan su atención a otra cosa. Esta alternancia entre las maneras de pensar concentrada y difusa permite que las nubes del pensamiento se muevan más fácilmente hacia nuevas áreas del cerebro. Con el tiempo, jirones de esas nubes, refinados, reprocesados, pueden volver con partes útiles de una solución.

La reorganización de tu cerebro está bajo tu control. La clave es una paciente persistencia, trabajando con conocimiento de causa en conjunción con los puntos fuertes y débiles de tu cerebro.

Puedes mejorar tu capacidad de concentración reorientando un poco tus reacciones a los estímulos de interrupción como el timbre del teléfono o la señal de un mensaje de texto. El Pomodoro, un período breve y cronometrado de atención concentrada, es una poderosa herramienta para despistar a esos zombis bienintencionados que son tus reacciones habituales. Cuando hayas terminado una racha de trabajo duro y concentrado, podrás saborear realmente la relajación mental que viene después.

¿El resultado de semanas y meses de esfuerzo gradual? Resistentes estructuras neuronales bien cimentadas por cada nuevo período de aprendizaje. Aprender de esta manera, con períodos regulares de relajación entre episodios de atención concentrada, no solo nos permite una mayor diversión, sino también aprender más profundamente. Los períodos de relajación nos dan tiempo para adquirir perspectiva, para sintetizar tanto el contexto como la perspectiva general de lo que estamos haciendo.

Recuerda que algunas partes de nuestro cerebro están cableadas para creer que cualquier cosa que hayamos hecho, sin importar lo claramente equivocada que pueda estar, es correcta, muchas gracias. Claro está, nuestra capacidad para engañarnos a nosotros mismos explica en parte por qué hacemos comprobaciones —«¿Esto tiene sentido realmente?»— antes de entregar un examen. Asegurándonos de que tomamos algo de distancia y adquirimos nuevas perspectivas sobre nuestro trabajo, autoevaluándonos mediante la rememoración y permitiendo a nuestros amigos que nos cuestionen, podemos evitar la competencia ilusoria durante el aprendizaje. Son ese tipo de ilusiones, así como cualquier auténtica falta de comprensión, lo que puede obstaculizar nuestro recorrido hacia el éxito en el estudio de las matemáticas y las ciencias.

La simple memorización, a menudo en el último momento, ha hecho creer ilusoriamente a muchos aprendices que entendían las matemáticas y las ciencias mientras estaban aprendiendo lo más básico. Al avanzar hacia niveles más altos del saber, su débil comprensión acababa hundiéndose.

Pero nuestro conocimiento cada vez mayor de cómo aprende en realidad la mente nos está ayudando a superar la idea simplista de que la memorización es siempre mala. Ahora sabemos que una profunda y practicada interiorización de bloques bien comprendidos es esencial para dominar las matemáticas y las ciencias. También conocemos que, del mismo modo que los atletas no pueden desarrollar adecuadamente sus músculos si se entrenan en sesiones intensivas de última hora, los alumnos de matemáticas y ciencias que practican el aplazamiento en sus estudios no pueden desarrollar bloques neuronales sólidos.

Sin importar nuestra edad ni nuestro grado de sofisticación, partes de nuestro cerebro continúan siendo infantiles. Ello significa que a veces podemos sentirnos frustrados, una señal de que debemos tomarnos un respiro. Pero nuestro niño interior siempre presente también nos da el potencial de soltarnos y usar la creatividad para ayudarnos a visualizar, recordar, convertir en algo familiar y comprender verdaderamente conceptos científicos y matemáticos que al principio pueden parecer muy difíciles.

De un modo similar, hemos visto que a veces la persistencia puede ser inoportuna: que la atención insistente en un problema bloquea nuestra capacidad para resolver ese ejercicio. Al mismo tiempo, una persistencia general a largo plazo es clave para el éxito prácticamente en cualquier campo. Este tipo de adhesión prolongada es lo que puede ayudarnos a superar a los inevitables criticones o las infortunadas vicisitudes de la vida que, temporalmente, pueden hacer que nuestros objetivos y nuestros sueños parezcan demasiado lejanos para que podamos alcanzarlos.

Un tema central de este libro es la naturaleza paradójica del aprendizaje. La atención concentrada es indispensable en la resolución de problemas, pero también puede bloquear nuestra capacidad para resolverlos. La tenacidad es clave, pero también puede hacer que nos demos cabezazos innecesariamente. La memorización es un aspecto decisivo de la adquisición de conocimiento, pero también puede hacer que nos centremos en los árboles y no en el bosque. Las metáforas nos permiten adquirir nuevos conceptos, pero también pueden hacer que nos apeguemos a concepciones erróneas.

Estudiar solo o acompañado, empezar por lo difícil o por lo fácil, aprender en base a lo concreto o a lo abstracto, éxito o fracaso... Al final, integrar las muchas paradojas del aprendizaje añade valor y significado a todo lo que hacemos.

Parte de la magia usada desde antiguo por los mejores pensadores ha sido simplificar: plantear las cosas en términos que incluso un niño pueda entender. Este era precisamente el enfoque de Richard Feynman, que retaba a algunos de los matemáticos más teóricos y esotéricos que conocía a plantear sus complicadas teorías en términos sencillos.

Resulta que podían hacerlo. Tú también. Y como Feynman y Santiago Ramón y Cajal, puedes usar los poderes del aprendizaje para que te ayuden a alcanzar tus sueños.

MIENTRAS FEYNMAN CONTINUABA refinando sus habilidades como abrecajas, trabó

amistad con el cerrajero profesional. Poco a poco, charlando y sin prisas, Feynman fue más allá de las cortesías y los comentarios superficiales, profundizando más y más de modo que pudiera comprender los matices tras lo que él percibía como un absoluto dominio por parte del cerrajero.

Por fin y tras mucho tiempo, una noche, muy tarde, el más valioso de los arcanos conocimientos quedó claro:

El secreto del cerrajero era su información privilegiada sobre las configuraciones por defecto de las cajas fuertes.

Al conocer las configuraciones por defecto, el cerrajero a menudo era capaz de abrir cajas cuya combinación no había sido modificada desde la entrega por el fabricante. Aunque todos pensaban que se trataba de la magia del profesional, lo fundamental era una simple comprensión del estado en el que las cajas fuertes llegaban desde la fábrica.

Igual que Feynman, tú puedes conseguir sorprendentes revelaciones acerca de cómo entender las cosas de una manera más simple, fácil y con menos frustración. Al comprender la configuración por defecto de tu cerebro, el modo natural en el que aprende y piensa, y aprovechando ese conocimiento, tú también puedes convertirte en un experto.

Al principio del libro mencioné que hay trucos mentales simples que pueden hacer entrar las matemáticas y las ciencias en nuestro campo de atención, engañifas que son útiles no solo para las personas a quienes no se les dan bien las *mates* y las ciencias, sino también para aquellas que ya las dominan. Durante la lectura de este manual has hecho un recorrido por todos esos trucos. Pero, como sabes ahora, nada supera la captación de la esencia simplificada y convertida en bloque mental. Así que a continuación resumo mis pensamientos finales, la esencia condensada de algunas de las ideas centrales de este libro, destiladas en forma de las diez mejores y peores reglas para estudiar.

Recuerda: la señora Fortuna favorece a quien lo intenta. De paso, no harán

ningún daño algunos consejos para aprender a aprender mejor.

DIEZ REGLAS PARA ESTUDIAR BIEN

1. **Usa la rememoración**. Tras leer una página, desvía la vista y rememora las ideas principales. Usa el marcador fluorescente solo en contadas ocasiones y nunca marques nada que no hayas interiorizado antes mediante la rememoración. Intenta recordar las ideas principales mientras caminas para ir a clase o en una habitación que no sea donde las aprendiste. La capacidad para rememorar, o recuperar las ideas por ti mismo, es uno de los indicadores clave de un buen aprendizaje.

2. **Ponte a prueba. Acerca de todo**. Una y otra vez. Las tar jetas de aprendizaje son tus amigas.

3. **Reduce tus problemas a bloques**. Comprender y practicar la solución de un problema mediante la reducción a bloques facilita que la mente pueda recuperarla en un instante. Tras resolver un enigma, ensaya con él. Asegúrate de que sabes solucionarlo en frío, con todos los pasos. Imagina que es una canción y aprende a cantarla mentalmente una y otra vez, de modo que la información se combine de manera fluida en un bloque que puedas recuperar siempre que quieras.

4. **Practica el repaso espaciado**. Reparte tu aprendizaje de cada materia a lo largo de los días, como un atleta. Tu cere bro es como un músculo: solo puede arreglárselas con cierta cantidad de ejercicio en una materia cada vez.

5. **Alterna varias técnicas de resolución de problemas cuando estés practicando**. No practiques nunca demasiado tiempo en una misma sesión con una misma técnica de resolución de problemas: al poco rato, solo estás imitando lo que habías hecho con los ejercicios anteriores. Haz una mezcla y trabaja en diferentes tipos de problemas. Eso te enseña a la vez cómo y cuándo debes usar una técnica. (Generalmente los libros no están organizados de esta manera, de modo que tendrás que arreglártelas por tu cuenta.) Tras cada corrección de deberes o exámenes, repasa tus errores, asegúrate de que entiendes por qué los cometiste y reformula tus soluciones. Para estudiar de un modo más efectivo, escribe a mano (no a máquina) un problema en el anverso de una tarjeta y la solución en el reverso. (La escritura a mano construye estructuras neuronales más fuertes en la memoria que la realizada con teclado.) También puedes tomar una foto de la tarjeta si quieres cargarla en alguna aplicación de móvil para el estudio. Hazte preguntas salteadas sobre diferentes tipos de problemas. Otra posibilidad

es abrir el libro por una página al azar, escoger un problema y ver si puedes resolverlo en frío.

6. **Tómate descansos**. Es muy común no ser capaz de resolver problemas o entender conceptos científicos o matemáticos la primera vez que te encuentras con ellos. Por eso estudiar un poco cada día es mucho mejor que hacerlo prolongadamente una sola vez. Cuando estés frustrado por algun problema científico o matemático, tómate un descanso de modo que otra parte de tu mente tome el relevo y trabaje en segundo plano. 7. Pídete explicaciones y busca analogías simples. Siempre que estés peleándote con un concepto, piensa: «¿Cómo puedo explicar esto de tal modo que pudiera entenderlo un niño de diez años?». El uso de una analogía es realmente útil, como por ejemplo decir que el flujo de la electricidad es parecido al del agua. No te limites a pensar tu explicación: dila en voz alta o escríbela a mano. El esfuerzo adicional de hablar y escribir te permite codificar más profundamente (es decir, convertir en estructuras neuronales de memoria) lo que estás aprendiendo.

8. **Concéntrat**e. Silencia todas las alarmas y avisos de tu móvil y tu ordenador y luego pon un temporizador de veinticinco minutos. Concéntrate intensamente durante ese período e intenta trabajar tan diligentemente como puedas. Cuando se acabe el tiempo, concédete alguna pequeña recompensa o diversión. Unas cuantas sesiones de estas cada día pueden hacer que avances realmente en tus estudios. Intenta marcarte unos momentos y unos lugares en los cuales estudiar (sin mirar el ordenador o el móvil) sea algo que te sale de modo natural.

9. **Haz lo más desagradable en primer lugar**. La tareamás incómoda, hazla temprano, cuando estás fresco.

10. **Haz un contraste mental**. Represéntate mentalmente de dónde vienes y contrástalo con el lugar al que sueñas que te lleven tus estudios. Pon una imagen o una nota en tu lugar de trabajo para que te recuerde tu objetivo. Mírala cuando sientas que te falla la motivación. ¡Esta dedicación dará sus frutos tanto para ti como para tus seres queridos!

DIEZ REGLAS PARA ESTUDIAR MAL

Evita estas técnicas: pueden hacerte perder mucho tiempo ¡aunque te hagan pensar que estás aprendiendo!

1. **Relectura pasiva**. Estar sentado pasivamente y recorrer una página con la mirada una y otra vez. A menos que puedas demostrar que la materia estudiada se está trasladando a tu cerebro mediante la rememoración de las ideas principales sin mirar la página, la relectura es una pérdida de tiempo.

2. **Dejarte desbordar por el marcador fluorescente**. Destacar partes de los textos puede engañar a tu mente para que piense que estás poniendo algo en el cerebro, cuando todo lo que estás haciendo en realidad es mover la mano. Destacar algunas cosas aquí y allá está bien: a veces puede ser útil para señalar puntos importantes. Pero si estás usando el marcador como una herramienta de memorización, asegúrate de que lo que marcas también llega a tu cerebro.

3. **Mirar sin más la solución de un problema y pensar que sabes resolverlo**. Es uno de los peores errores que los alumnos cometen cuando estudian. Tienes que ser capaz de resolver un problema paso a paso, sin mirar la solución.

4. **Esperar hasta el último momento para estudiar**. ¿Te entrenarías en el último momento si quisieras prepararte para una competición de atletismo? Tu cerebro es como un músculo: solo puede arreglárselas con cierta cantidad de ejercicio en una materia cada vez.

5. **Resolver repetidamente problemas del mismo tipo que ya sabes cómo resolver**. Si para practicar solo te sientas a resolver problemas similares, en realidad no te estás preparando para un examen: es como entrenarte para un importante partido de baloncesto practicando solo tu técnica del regate.

6. **Dejar que las sesiones de estudio junto a los amigos se conviertan en ocasiones para charlar**. Poner a prueba tu habilidad para resolver problemas junto a tus amigos y haceros preguntas mutuamente acerca de lo que sabéis, son actividades que pueden hacer el estudio más gozoso, poner en evidencia fallos en tus razonamientos y profundizar tu aprendizaje. Pero si vuestras sesiones de estudio conjunto se convierten en diversión antes de terminar el trabajo, estás perdiendo el tiempo y deberías encontrar otro grupo de estudio.

7. **Olvidar leer el libro de texto antes de empezar a trabajar en los problemas**. ¿Te tirarías a una piscina antes de aprender a nadar? El libro de texto es tu profesor de natación: te guía hacia las respuestas. Si no te preocupas de leerlo, tropezarás y perderás el tiempo. Sin embargo, antes de empezar a leer, echa un rápido vistazo al capítulo o a la sección para hacerte una idea del tema que trata.

8. **No consultar con tus profesores o compañeros de clase para clarificar puntos confusos**. Los enseñantes estamos acostumbrados a que los alumnos que se sienten algo perdidos vengan en busca de orientación: ayudarte es nuestro trabajo. Los estudiantes que nos preocupan son los que nunca vienen. No seas uno de ellos. 9. Pensar que puedes aprender en profundidad cuando tienes distracciones constantes. Cada pequeña distracción por un mensaje de texto o por una conversación significa que disminuye la potencia cerebral dedicada al aprendizaje. Cada mínimo tirón de atención interrumpida arranca pequeñas raíces neuronales antes de que puedan crecer.

10. **No dormir lo suficiente**. Mientras duermes, tu cerebro combina técnicas de resolución de problemas y también practica y repite lo que has asimilado antes de ir a dormir. La fatiga prolongada facilita la acumulación de toxinas en el cerebro, saboteando las conexiones neuronales que necesitas para pensar de manera rápida y correcta. Si no duermes bien antes de un examen, nada de lo que hayas hecho importará.

PÁRATE A PENSAR

Cierra el libro y aparta la mirada. ¿Cuáles eran las ideas más importantes de este libro? Mientras reflexionas, considera también cómo vas a usarlas para que te ayuden a transformar tu aprendizaje.

EPÍLOGO

En la escuela tuve un profesor de matemáticas y ciencias que ejerció una poderosa influencia en mi vida. Me sacó de la última fila del aula y me motivó para buscar la excelencia. En el instituto se lo recompensé suspendiendo la geometría, dos veces. Simplemente, no podía asimilar el material por mí mismo y no tenía el lujo de un gran profesor para apoyarme como necesitaba. Con el tiempo, en la universidad, logré entenderlo. Pero fue un recorrido frustrante. Ojalá hubiera tenido entonces un libro como este.

Avancemos una década y media. Mi hija convirtió los deberes de matemáticas en una forma de tortura sobre la cual Dante no se habría atrevido a escribir. Chocaba con una pared una y otra vez. Cuando, finalmente, dejaba de llorar, empezaba de nuevo y tarde o temprano hallaba la solución. Pero nunca conseguí que simplemente lo dejara un rato y volviera a empezar sin ponerse dramática. Le dejé este libro para que lo leyera. Lo primero que dijo fue: «¡Ojalá hubiera tenido este libro cuando iba a la escuela!».

Los científicos han aportado una larga serie de consejos potencialmente productivos acerca del estudio. Desgraciadamente, dichos consejos raramente han sido comunicados de forma que el estudiante medio pudiera asimilarlos y usarlos con sencillez. No todos los científicos tienen gancho comunicativo, ni todos los escritores tienen una buena comprensión de la ciencia. En este libro, Barbara Oakley resuelve el problema. Su uso de vívidos ejemplos y sus explicaciones de las estrategias revela no solo lo útiles sino también lo creíbles que son esas ideas. Cuando le pregunté a mi hija por qué le gustaban los consejos del libro, a pesar de que le había mencionado algunas de las técnicas cuando estaba en la escuela secundaria, dijo: «Te explica el porqué y tiene sentido». ¡Otro golpe a mi ego como padre!

Ahora que has leído este libro, se te han expuesto algunas estrategias simples pero potencialmente poderosas. Estrategias, por cierto, que pueden beneficiarte no solo en las matemáticas y las ciencias. Como has descubierto, dichas estrategias se han desarrollado a partir de considerables indicios acerca de cómo funciona la mente humana. La interacción entre las emociones y el conocimiento, aunque raramente se expresa en palabras, es un componente esencial de todo aprendizaje. A su propia manera, mi hija subrayó que estudiar no se reduce a las estrategias. Tienes que estar convencido de que pueden funcionar realmente. Las pruebas claras y convincentes que has leído en este libro deberían darte confianza para intentar usar técnicas sin la duda y la reticencia que a menudo sabotean nuestros mejores esfuerzos. Desde luego, el aprendizaje es empírico a un nivel personal. Las pruebas definitivas llegarán cuando evalúes tu rendimiento y actitud tras aplicar seriamente estas estrategias.

Ahora soy profesor de universidad y he aconsejado a miles de estudiantes a lo largo de los años. Muchos intentan evitar las matemáticas y las ciencias porque «no se les dan bien» o «no les gustan». Mi consejo para ellos ha sido siempre el mismo que di a mi hija: «Haz que se te den bien y luego piensa si todavía quieres dejarlas». Ante todo, ¿no se supone que el aprendizaje consiste en adquirir habilidad en cosas que te plantean un reto?

¿Recuerdas lo difícil que fue aprender a conducir? Ahora es casi automático y te da una sensación de independencia que valorarás durante toda tu vida adulta. Con una mentalidad abierta a estrategias como las de este libro, los estudiantes ahora tienen la oportunidad de pasar de la ansiedad y la evitación hacia la maestría y la confianza.

Ahora te toca a ti: ¡Mejórate a ti mismo!

DR. DAVID B. DANIEL,
profesor del departamento de Psicología
de la Universidad James Madison

AGRADECIMIENTOS

A la vez que reconozco el apoyo de estas personas, me gustaría dejar claro que cualesquiera errores respecto a hechos o interpretaciones que puedan hallarse en este libro son míos. Pido disculpas a cualquier persona cuyo nombre pueda haber omitido inadvertidamente.

Detrás de todo este esfuerzo están el apoyo incondicional, el ánimo, el entusiasmo y los inmejorables consejos de mi marido, Philip Oakley. Nos conocimos hace treinta años en la Estación Polo Sur en la Antártida: verdaderamente, tuve que ir hasta los confines de la Tierra para conocer a ese hombre extraordinario. Él es mi alma gemela y mi héroe. (Y, por si os lo preguntabais, también es el hombre que aparece en el rompecabezas.)

A lo largo de toda mi carrera como profesora he tenido un mentor magistral en el doctor Richard Felder, quien ha marcado una enorme diferencia en la evolución de mi profesión. Kevin Mendez, el artista de este libro, ha hecho un trabajo increíble con las ilustraciones: admiro su capacidad y su visión artística. Nuestra hija mayor, Rosie Oakley, ha aportado sabios consejos y nos ha animado extraordinariamente durante todo el desarrollo del libro. Nuestra hija menor, Rachel Oakley, ha sido siempre un pilar de apoyo en nuestras vidas.

Mi buena amiga Amy Alkon posee el equivalente editorial a la visión de rayos X: tiene una curiosa capacidad para ver qué partes son mejorables y con su ayuda este libro ha alcanzado un nivel mucho más alto de claridad, exactitud e ingenio. Mi viejo amigo Guruprasad Madhavan, de la Academia Nacional de Ciencias, me ha ayudado a ver las implicaciones a gran escala, aspecto en el que también he recibido la ayuda de Josh Brandoff. La entrenadora de escritura Daphne Gray-Grant también ha sido un gran apoyo en el desarrollo de esta obra.

Me gustaría reconocer especialmente los esfuerzos de Rita Rosenkrantz,

agente literaria de incomparable excelencia, con un papel fundamental. En Penguin, mi más profundo agradecimiento y aprecio son para Sara Carder y Joanna Ng, cuya visión, agudeza editorial y vasta experiencia en la publicación me han ayudado sin medida a reforzar este libro. En particular, solo puedo desear que todo autor tenga la suerte de trabajar con alguien dotado del extraordinario talento editorial de Joanna Ng. También me gustaría ampliar mi agradecimiento para incluir a Amy J. Schneider, que con sus capacidades para la copia y edición ha hecho una magnífica aportación a esta obra.

Doy las gracias especialmente a Paul Kruchko, cuya simple pregunta acerca de cómo cambié me hizo empezar este libro. Dante Rance, del Departamento de Préstamo Interbibliotecario, ha estado continuamente por encima y más allá del cumplimiento de su deber; también doy las gracias a la insuperablemente capaz Pat Clark. Muchos colegas me han apoyado con profusión en esta obra, en particular los profesores Anna Spagnuolo, László Lipták y Laura Wicklund en matemáticas; Barb Penprase y Kelly Berishaj en enfermería; Chris Kobus, Mike Polis, Mohammed-Reza Siadat y Lorenzo Smith en ingeniería; y Brad Roth en física. Aaron Bird, gestor de formación para CDAdapco en Estados Unidos, y su colega Nick Appleyard, vicepresidente de CD-Adapco, han sido ambos de excepcional ayuda. También me gustaría dar las gracias a Tony Prohaska por su sagaz visión editorial.

Las siguientes personas también han hecho una gran contribución al compartir su experiencia: Sian Beilock, Marco Bellini, Robert M. Bilder, Maria Ángeles Ramón y Cajal, Norman D. Cook, Terrence Deacon, Javier DeFelipe, Leonard DeGraaf, John Emsley, Norman Fortenberry, David C. Geary, Kary Mullis, Nancy Cosgrove Mullis, Robert J. Richards, Doug Rohrer, Sheryl Sorby, Neel Sundaresan y Nicholas Wade.

Algunos de los profesores universitarios más valorados del mundo (como se indica en RateMyProfessors.com) han prestado un valioso apoyo a este trabajo. Su experiencia incluye las matemáticas, la física, la química, la biología, las ciencias, la ingeniería, las ciencias empresariales, la economía, las finanzas, la

educación, la psicología, la sociología, la enfermería y la lengua inglesa. También han contribuido profesores de instituto de los centros más prestigiosos. Quisiera reconocer particularmente la ayuda de las siguientes personas, que han leído el libro total o parcialmente y han proporcionado comentarios y consejos muy útiles: Lola Jean Aagaard-Boram, Shaheem Abrahams, John Q. Adams, Judi Addelston, April Lacsina Akeo, Ravel F. Ammerman, Rhonda Amsel, J. Scott Armstrong, Charles Bamforth, David E. Barrett, John Bartelt, Celso Batalha, Joyce Miller Bean, John Bell, Paul Berger, Sydney Bergman, Roberta L. Biby, Paul Blowers, Aby A. Boumarate, Daniel Boylan, Bob Bradshaw, David S. Bright, Ken Broun Jr., Mark E. Byrne, Lisa K. Davids, Thomas Day, Andrew DeBenedictis, Jason Dechant, Roxann DeLaet, Debra Gassner Dragone, Kelly Duffy, Alison Dunwoody, Ralph M. Feather Jr., A. Vennie Filippas, John Frye, Costa Gerousis, Richard A. Giaquinto, Michael Golde, Franklin F. Gorospe IV, Bruce Gurnick, Catherine Handschuh, Mike Harrington, Barrett Hazeltine, Susan Sajna Hebert, Linda Henderson, Mary M. Jensen, John Jones, Arnold Kondo, Patrycja Krakowiak, Anuska Larkin, Kenneth R. Leopold, Fok-Shuen Leung, Mark Levy, Karsten Look, Kenneth MacKenzie, Tracey Magrann, Barry Margulies, Robert Mayes, Nelson Maylone, Melissa McNulty, Elizabeth McPartlan, Heta-Maria Miller, Angelo B. Mingarelli, Norma Minter, Sherese Mitchell, Dina Miyoshi, Geraldine Moore, Charles Mullins, Richard Musgrave, Richard Nadel, Forrest Newman, Kathleen Nolta, Pierre-Philippe Ouimet, Delgel Pabalan, Susan Mary Paige, Jeff Parent, Vera Pavri, Larry Perez, William Pietro, Debra Poole, Mark Porter, Jeffrey Prentis, Adelaida Quesada, Robert Riordan, Linda Rogers, Janna Rosales, Mike Rosenthal, Joseph F. Santacroce, Oraldo “Buddy” Saucedo, Donald Sharpe, doctor D. A. Smith, Robert Snyder, Roger Solano, Frances R. Spielhagen, Hilary Sproule, William Sproule, Scott Paul Stevens, Akello Stone, James Stroud, Fabian Hadipriono Tan, Cyril Thong, B. Lee Tuttle, Vin Urbanowski, Lynn Vazquez, Charles Weidman, Frank Werner, Dave Whittlesey, Nader Zamani, Bill Zettler y Ming Zhang.

Los siguientes estudiantes han aportado interesantes citas, adendas o

sugerencias por las que les estoy muy agradecida: Natalee Baetens, Rhiannon Bailey, Lindsay Barber, Charlene Brisson, Randall Broadwell, Mary Cha, Kyle Chambers, Zachary Charter, Joel Cole, Bradley Cooper, Christopher Cooper, Aukury Cowart, Joseph Coyne, Michael Culver, Andrew Davenport, Katelind Davidson, Brandon Davis, Alexander Debusschere, Hannah DeVilbiss, Brenna Donovan, Shelby Drapinski, Trevor Drozd, Daniel Evola, Katherine Folk, Aaron Garofalo, Michael Gashaj, Emanuel Gjoni, Cassandra Gordon, Yusra Hasan, Erik Heirman, Thomas Herzog, Jessica Hill, Dylan Idzkowski, Weston Jeshurun, Emily Johns, Christopher Karras, Allison Kitchen, Bryan Klopp, William Koehle, Chelsey Kubacki, Nikolas Langley-Rogers, Xuejing Li, Christoper Loewe, Jonathon McCormick, Jake McNamara, Paula Meerschaert, Mateusz Miegoc, Kevin Moessner, Harry Mooradian, Nadia Noui-Mehidi, Michael Orrell, Michael Pariseau, Levi Parkinson, Rachael Polaczek, Michelle Radcliffe, Sunny Rishi, Jennifer Rose, Brian Schroll, Paul Schwalbe, Anthony Sciuto, Zac Shaw, David Smith, Kimberlee Somerville, Davy Sproule, P. J. Sproule, Dario Strazimiri, Jonathan Strong, Jonathan Sulek, Ravi Tadi, Aaron Teachout, Gregory Terry, Amber Trombetta, Rajiv Varma, Bingxu Wang, Fangfei Wang, Jessica Warholak, Shaun Wassell, Malcolm Whitehouse, Michael Whitney, David Wilson, Amanda Wolf, Anya Young, Hui Zhang y Cory Zink.

CRÉDITOS DE LAS IMÁGENES

«Yo a los 10 años (septiembre de 1966) con Earl el cordero», imagen cortesía de la autora.

Magnus Carlsen y Gari Kaspárov, imagen cortesía de CBS News.

Corteza prefrontal, imagen © 2014 Kevin Mendez.

Milloncete, imagen © 2014 Kevin Mendez.

Pensamiento concentrado y difuso, imagen © 2014 Kevin Mendez.

Triángulos, imagen cortesía de la autora, basada en una idea original de Edward de Bono, 1970, pág. 53.

Ping-pong, imagen © 2014 Kevin Mendez.

Pirámide de monedas, cortesía de la autora.

Nadia Noui-Mehidi, foto cortesía de Kevin Mendez.

Thomas Edison, cortesía del Departamento de Interior de Estados Unidos, National Park Service [Servicio Nacional de Parques], Thomas Edison National Historical Park [Parque Histórico Nacional Thomas Edison].

Salvador Dalí con ocelote y bastón, 1965; http://en.wikipedia.org/wiki/File:Salvador_Dali_NYWTS.jpg de la Biblioteca del Congreso (Estados Unidos). *New York World-Telegram & Sun* collection. http://hdl·loc.gov/loc.pnp/cph.3c14985. Autor: Roger Higgins, fotógrafo de World Telegram; sin restricciones de copyright conocidas. Los derechos de reproducción de la obra del fotógrafo fueron cedidos a la Biblioteca del Congreso.

Paredes de ladrillos, imagen © 2014 Kevin Mendez.

Cuatro objetos en la memoria de trabajo, imagen cortesía de la autora.

Robert Bilder, imagen © Chad Ebesutani, foto cortesía de Robert Bilder.

Modos concentrado (pulpo) y difuso (batiburrillo), imagen © 2014 Kevin

Mendez.

Una pauta neuronal, imagen © 2014 Kevin Mendez.

Rompecabezas con la cara de un hombre, imagen © 2014 Kevin Mendez y Philip Oakley.

Aprendizaje de arriba abajo y de abajo arriba, imagen cortesía de la autora.

Rompecabezas con un hombre en un Ford Mustang, parcialmente recompuesto, imagen © 2014 Kevin Mendez y Philip Oakley.

Rompecabezas con un hombre en un Ford Mustang, recompuesto en su mayor parte, imagen © 2014 Kevin Mendez y Philip Oakley.

Comprimiendo un concepto en una cinta, imagen cortesía de la autora.

Atajando para llegar a la solución correcta, imagen © 2014 Kevin Mendez.

La práctica lleva a la permanencia, imagen © Kevin Mendez.

Rompecabezas de un Ford Mustang, tenue y parcialmente recompuesto, imagen © 2014 Kevin Mendez.

Gancho neuronal, imagen © 2014 Kevin Mendez.

Paul Kruchko con su familia, foto cortesía de Paul Kruchko.

Embudos del aplazamiento, imagen © 2014 Kevin Mendez.

Norman Fortenberry, imagen © 2011, American Society for Engineering Education [Sociedad Americana para la Formación en Ingeniería]; foto de Lung-I Lo.

Muchos pequeños éxitos, imagen cortesía de la autora.

Temporizador Pomodoro, Autor: Francesco Cirillo rilasciata a Erato nelle sottostanti licenze seguirá OTRS, http://en.wikipedia.org/wiki/File:Il_pomodoro.jpg

El físico Antony Garrett Lisi haciendo surf, autor Cjean42, http://en.wikipedia.org/wiki/File:Garrett_Lisi_surfing.jpg

Oraldo «Buddy» Saucedo, foto cortesía de Oraldo «Buddy» Saucedo.

Neel Sundaresan, foto cortesía de Toby Burditt.

Zombi con lista de tareas, imagen © 2014 Kevin Mendez.

Mary Cha, foto cortesía de Mary Cha.

Zombi sonriendo, imagen © 2014 Kevin Mendez.

Foto de Joshua Foer, © Christopher Lane.

Mula voladora, imagen © 2014 Kevin Mendez.

Manos de zombi mnemotécnicas, imagen © 2014 Kevin Mendez.

Palacio de memoria, imagen © 2014 Kevin Mendez.

Sheryl Sorby, foto de Brockit, Inc., proporcionada por cortesía de Sheryl Sorby.

Monos formando un anillo, de *Berichte der Durstigen Chemischen Gesellschaft* (1886), pág. 3536; anillo de benceno, modificado a partir de http://en.wikipedia.org/wiki/File:Benzene-2D-full.svg

Vampiros metabólicos, imagen © 2014 Kevin Mendez.

Jugador de béisbol zombi, imagen © 2014 Kevin Mendez.

Nick Appleyard, foto cortesía de Nick Appleyard.

Santiago Ramón y Cajal, con la amable autorización de los herederos de Santiago Ramón y Cajal y la generosa colaboración de María Ángeles Ramón y Cajal.

Lazos neuronales, imagen cortesía de la autora.

Fotones, ilustración cortesía de Marco Bellini, Instituto Nazionale di Ottica, CNR, Florencia, Italia.

Barbara McClintock, foto cortesía de Smithsonian Institution Archives, imagen #SIA2008-5609.

Ben Carson, foto cortesía de Johns Hopkins Medicine.

Nicholas Wade, foto cortesía de Nicholas Wade.

Ataque isquémico, tomografía computadorizada de un cerebro con infarto, por Lucien Monfils, http://en.wikipedia.org/wiki/ File:MCA_Territory_Infarct.svg.

Niels Bohr tomándose un descanso junto a Albert Einstein en 1925, fotografía tomada por Paul Ehrenfest, http://en.wikipedia.org/wiki/File:Niels_Bohr_Albert_Einstein_by_Ehrenfest.jpg

Brad Roth, fotografía tomada por Yang Xia, cortesía de Brad Roth.

Richard M. Felder, cortesía de Richard M. Felder.

Sian Beilock, cortesía de la Universidad de Chicago.

Solución del problema de la pirámide de monedas, imagen cortesía de la autora.

BIBLIOGRAFÍA

AARON, R. y R. H. AARON, *Improve Your Physics Grade*, Nueva York: Wiley, 1984.

AINSLIE, G. y N. HASLAM, «Self-control». En *Choice over Time*, obra editada por G. Loewenstein y J. Elster, 177–212, Nueva York: Russell Sage Foundation, 1992.

ALLEN, D., *Getting Things Done*, Nueva York: Penguin, 2001.

AMABILE, T. M., *et al*., «Creativity under the gun», *Harvard Business Review* 80, 8 (2002): 52.

AMIDZIC, O., *et al*., «Pattern of focal g-bursts in chess players», *Nature* 412 (2001): 603–604.

ANDREWS-HANNA, J. R., «The brain's default network and its adaptive role in internal mentation», *Neuroscientist* 18, 3 (2012): 251–270.

ARMSTRONG, J. S., «Natural learning in higher education». En *Encyclopedia of the Sciences of Learning*, 2426–2433, Nueva York: Springer, 2012.

ARUM, R. y J. ROKSA, *Academically Adrift*, Chicago: University of Chicago Press, 2010.

BADDELEY, A., *et al.*, *Memory*, Nueva York: Psychology Press, 2009.

BAER, M., y G. R. OLDHAM, «The curvilinear relation between experienced creative time pressure and creativity: Moderating effects of openness to experience and support for creativity», *Journal of Applied Psychology*, 91, 4 (2006): 963–970.

BAUMEISTER, R. F. y J. TIERNEY, *Willpower*, Nueva York: Penguin, 2011.

BEILOCK, S., *Choke*, Nueva York: Free Press, 2010.

BENGTSSON, S. L., *et al*., «Extensive piano practicing has regionally specific effects on white matter development», *Nature Neuroscience* 8, 9 (2005): 1148–1150.

BILALIĆ, M., *et al*., «Does chess need intelligence? A study with young chess players», *Intelligence*, 35, 5 (2007): 457–470.

——, «Why good thoughts block better ones: The mechanism of the pernicious Einstellung (set) effect», *Cognition*, 108, 3 (2008): 652661.

BOICE, R., *Procrastination and Blocking*, Westport, CT: Praeger, 1996.

BOUMA, A., *Lateral Asymmetries and Hemispheric Specialization*, Rockland, MA: Swets & Zeitlinger, 1990.

BRANSFORD, J. D., *et al.*, *How People Learn*, Washington, DC: National Academies Press, 2000.

BRENT, R. y R. M. FELDER, «Learning by solving solved problems», *Chemical Engineering Education*, 46, 1 (2012): 29–30.

BROWN, J. S., *et al*., «Situated cognition and the culture of learning», *Educational Researcher*, 18, 1 (1989): 32–42.

BURSON K., *et al*., «Skilled or unskilled, but still unaware of it: how perceptions of difficulty drive miscalibration in relative comparisons», *Journal of Personality and Social Psychology*, 90, 1 (2006): 60–77.

BUZAN, T., *Use Your Perfect Memory*, Nueva York: Penguin, 1991.

CAI, Q., *et al*., «Complementary hemispheric specialization for language production and visuospatial attention», *PNAS*, 110, 4 (2013): E322–E330.

CANNON, D. F., *Explorer of the Human Brain*, Nueva York: Schuman, 1949.

CAREY, B., «Cognitive science meets pre-algebra», *New York Times*, September 2, 2012; http://www.nytimes.com/2013/09/03/science/ cognitive-science-meets-pre-algebra.html?ref=science

CARPENTER, S. K., *et al*., «Using spacing to enhance diverse forms of learning: Review of recent research and implications for instruction», *Educational Psychology Review*, 24, 3 (2012): 369–378.

CARSON, S. H., *et al*., «Decreased latent inhibition is associated with increased creative achievement in high-functioning individuals», *Journal of Personality and Social Psychology*, 85, 3 (2003): 499–506.

CASSILHAS, R. C., *et al*., «Spatial memory is improved by aerobic and resistance exercise through divergent molecular mechanisms», *Neuroscience*, 202 (2012): 309–17.

CAT, J., «On understanding: Maxwell on the methods of illustration and scientific metaphor», *Studies in History and Philosophy of Science Part B*, 32, 3 (2001): 395–441.

CHARNESS, N., *et al*., «The role of deliberate practice in chess expertise», *Applied Cognitive Psychology*, 19, 2 (2005): 151–165.

CHASE, W. G. y H. A. SIMON, «Perception in chess», *Cognitive Psychology*, 4, 1 (1973): 55–81.

CHI, M. T. H., *et al*., «Categorization and representation of physics problems by experts and novices», *Cognitive Science*, 5, 2(1981): 121–152.

CHIESA, A. y A. SERRETTI, «Mindfulness-based stress reduction for stress management in healthy people: A review and meta-analysis», *Journal of Alternative Complementary Medicine*, 15, 5 (2009): 593–600.

CHO, S., *et al*., «Hippocampal-prefrontal engagement and dynamic causal interactions in the maturation of children's fact retrieval», *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24, 9 (2012): 1849–1866.

CHRISTMAN, S. D., *et al*., «Mixed-handed persons are more easily persuaded and are more gullible: Interhemispheric interaction and belief updating», *Laterality*, 13, 5 (2008): 403–426.

CHU, A., y J. N. CHOI, «Rethinking procrastination: Positive effects of 'active' procrastination behavior on attitudes and performance», *Journal of Social Psychology*, 145, 3 (2005): 245–264.

COLVIN, G., *Talent Is Overrated*, Nueva York: Portfolio, 2008.

COOK, N. D., *Tone of Voice and Mind*, Philadelphia: Benjamins, 2002.

—–, «Toward a central dogma for psychology», *New Ideas in Psychology*, 7, 1 (1989): 1–18.

COOPER, G. y J. SWELLER, «Effects of schema acquisition and rule automation on mathematical problem-solving transfer», *Journal of Educational Psychology*, 79, 4 (1987): 347.

COWAN, N., «The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity», *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 1 (2001): 87–114.

COYLE, D., *The Talent Code*, Nueva York: Bantam, 2009.

CREE, G. S., y K. MCRAE, «Analyzing the factors underlying the structure and computation of the meaning of chipmunk, cherry, chisel, cheese, and cello (and many other such concrete nouns)», *Journal of Experimental Psychology: General*, 132, 2 (2003): 163–200.

DALÍ, S., 50 *secretos mágicos para pintar*, Noguer y Caralt, 2004.

DE BONO, E., *Lateral Thinking*, Nueva York: Harper Perennial, 1970.

DEFELIPE, J., «Brain plasticity and mental processes: Cajal again», *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 10 (2006): 811–817.

—–, *Cajal's Butterflies of the Soul: Science and Art*, Nueva York: Oxford University Press, 2010.

——, «Sesquicentenary of the birthday of Santiago Ramón y Cajal, the father of modern neuroscience», *Trends in Neurosciences*, 25, 9 (2002): 481–484.

DEMAREE, H., *et al.*, «Brain lateralization of emotional processing: Historical roots and a future incorporating 'dominance'», *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 4, 1 (2005): 3–20.

DERMAN, E., *Models. Behaving. Badly*, Nueva York: Free Press, 2011.

DESLAURIERS, L., *et al.*, «Improved learning in a large-enrollment physics class», *Science*, 332, 6031 (2011): 862–864.

DIJKSTERHUIS, A., *et al.*, «On making the right choice: The deliberationwithout-attention effect», *Science*, 311, 5763 (2006): 1005–1007.

DOIDGE, N., *The Brain That Changes Itself*, Nueva York: Penguin, 2007.

DREW, C., «Why science majors change their minds (it's just so darn hard)», *New York Times*, November 4, 2011.

DUCKWORTH, A. L. y M. E. SELIGMAN, «Self-discipline outdoes IQ in predicting academic performance of adolescents», *Psychological Science*, 16, 12 (2005): 939–944.

DUDAI, Y., «The neurobiology of consolidations, or, how stable is the engram?», *Annual Review of Psychology*, 55 (2004): 51–86.

DUHIGG, C., *The Power of Habit*, Nueva York: Random House, 2012.

DUKE, R. A., *et al.*, «It's not how much; it's how: Characteristics of practice behavior and retention of performance skills», *Journal of Research in Music Education*, 56, 4 (2009): 310–321.

DUNLOSKY, J., *et al.*, «Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology», *Psychological Science in the Public Interest*, 14, 1 (2013): 4–58.

DUNNING, D., *et al.*, «Why people fail to recognize their own incompetence», *Current Directions in Psychological Science*, 12, 3 (2003): 83–87.

DWECK, C., *Mindset*, Nueva York: Random House, 2006.

EDELMAN, S., *Change Your Thinking with CBT*, Nueva York: Ebury, 2012.

EFRON, R., *The Decline and Fall of Hemispheric Specialization*, Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1990.

EHRLINGER, J., *et al.*, «Why the unskilled are unaware: Further explorations of (absent) self-insight among the incompetent», *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 105, 1 (2008): 98–121.

EISENBERGER, R., «Learned industriousness», *Psychological Review*, 99, 2 (1992): 248.

ELLENBOGEN, J. M., *et al.*, «Human relational memory requires time and sleep», *PNAS*, 104, 18 (2007): 7723–7728.

ELLIS, A. P., *et al.*, «Team learning: Collectively connecting the dots», *Journal of Applied Psychology*, 88, 5 (2003): 821.

ELO, A. E., *The Rating of Chessplayers, Past and Present*, Londres: Batsford, 1978.

EMMETT, R., *The Procrastinator's Handbook*, Nueva York: Walker, 2000.

EMSLEY, J., *The Elements of Murder*, Nueva York: Oxford University Press, 2005.

ERICSSON, K. A., *Development of Professional Expertise*, Nueva York: Cambridge University Press, 2009.

ERICSSON, K. A., *et al.*, «The making of an expert», *Harvard Business Review*, 85, 7/8 (2007): 114.

ERLACHER, D. y M. SCHREDL, «Practicing a motor task in a lucid dream enhances subsequent performance: A

pilot study», *The Sport Psychologist*, 24, 2 (2010): 157–167.

FAUCONNIER, G. y M. TURNER, *The Way We Think*, Nueva York: Basic Books, 2002.

FELDER, R. M., «Memo to students who have been disappointed with their test grades», *Chemical Engineering Education*, 33, 2 (1999): 136–137.

——, «Impostors everywhere», *Chemical Engineering Education*, 22, 4 (1988): 168–169.

FELDER, R. M., *et al.*, «A longitudinal study of engineering student performance and retention. V. Comparisons with traditionally-taught students», *Journal of Engineering Education*, 87, 4 (1998): 469480.

FERRISS, T., *The* 4-*Hour Body*, Nueva York: Crown, 2010.

FEYNMAN, R., *The Feynman Lectures on Physics Vol.* 2, Nueva York: Addison Wesley, 1965.

——, «*Surely You're Joking, Mr. Feynman*», Nueva York: Norton, 1985. [Hay trad. cast.: *¿Está Ud. de broma, Sr. Feynman*?, Madrid, Alianza Editorial, 2003.]

——, *What Do You Care What Other People Think*?, Nueva York: Norton, 2001. [Hay trad. cast.: *¿Qué te importa lo que piensen los demás*?, Madrid, Alianza Editorial, 2011.]

FIELDS, R. D., «White matter in learning, cognition and psychiatric disorders», *Trends in Neurosciences*, 31, 7 (2008): 361–370.

FIORE, N. A., *The Now Habit*, Nueva York: Penguin, 2007.

FISCHER, K. W. y T. R. BIDELL, «Dynamic development of action, thought, and emotion». En *Theoretical Models of Human Development: Handbook of Child Psychology*, obra editada por W. Damon y R. M. Lerner, Nueva York: Wiley, 2006: 313–399.

FOER, J., *Moonwalking with Einstein*, Nueva York: Penguin, 2011.

FOERDE, K., *et al.*, «Modulation of competing memory systems by distraction», *Proceedings of the National Academy of the Sciences*, 103, 31 (2006): 11778–11783.

GABORA, L. y A. RANJAN, «How insight emerges in a distributed, content-addressable memory». En *Neuroscience of Creativity*, obra editada por O. Vartanian *et al.*, Cambridge, MA: MIT Press, 2013: 19–43.

GAINOTTI, G., «Unconscious processing of emotions and the right hemisphere», *Neuropsychologia*, 50, 2 (2012): 205–218.

GAZZANIGA, M. S., «Cerebral specialization and interhemispheric communication: Does the corpus callosum enable the human condition?», *Brain*, 123, 7 (2000): 1293–1326.

GAZZANIGA, M. S., *et al.*, «Collaboration between the hemispheres of a callosotomy patient: Emerging right hemisphere speech and the left hemisphere interpreter», *Brain*, 119, 4 (1996): 1255–1262.

GEARY, D. C., *The Origin of Mind*, Washington, DC: American Psychological Association, 2005.

——, «Primal brain in the modern classroom», *Scientific American Mind*, 22, 4 (2011): 44–49.

GEARY, D. C., *et al.*, «Task Group Reports of the National Mathematics Advisory Panel; Chapter 4: Report of the Task Group on Learning Processes», 2008. http:// www2.ed.gov/about/bdscomm/list/mathpanel/report/learning-processes.pdf

GENTNER, D. y M. JEZIORSKI, «The shift from metaphor to analogy in western science». En *Metaphor and Thought*, obra editada por A. Ortony, 447–480, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1993.

GERARDI, K., *et al.*, «Numerical ability predicts mortgage default», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 28 (2013): 11267–11271.

GIEDD, J. N., «Structural magnetic resonance imaging of the adolescent brain», *Annals of the New York*

Academy of Sciences, 1021, 1 (2004): 77–85.
GLADWELL, M., *Outliers*, Nueva York: Hachette, 2008.
GLEICK, J., *Genius*, Nueva York: Pantheon Books, 1992.
GOBET, F., «Chunking models of expertise: Implications for education», *Applied Cognitive Psychology*, 19, 2 (2005): 183–204.
GOBET, F., *et al*., «Chunking mechanisms in human learning», *Trends in Cognitive Sciences*, 5, 6 (2001): 236–243.
GOBET, F. y H. A. SIMON, «Five seconds or sixty? Presentation time in expert memory», *Cognitive Science*, 24, 4 (2000): 651–682.
GOLDACRE, B., *Bad Science*, Londres: Faber & Faber, 2010.
GRAHAM, P., «Good and bad procrastination», 2005. http://paulgraham.com/procrastination.html
GRANOVETTER, M., «The strength of weak ties: A network theory revisited», *Sociological Theory*, 1, 1 (1983): 201–233.
GRANOVETTER, M. S., «The strength of weak ties», *American Journal of Sociology*, (1973): 1360–1380.
GREENE, R., *Mastery*, Nueva York: Viking, 2012.
GRUBER, H. E., «On the relation between aha experiences and the construction of ideas», *History of Science Cambridge*, 19, 1 (1981): 41–59.
GUIDA, A, *et al*., «How chunks, long-term working memory and templates offer a cognitive explanation for neuroimaging data on expertise acquisition: A two-stage framework», *Brain and Cognition*, 79, 3 (2012): 221–244.
GÜNTÜRKÜN, O., «Hemispheric asymmetry in the visual system of birds». En *The Asymmetrical Brain*, obra editada por K. Hugdahl y R. J. Davidson, 3–36, Cambridge, MA: MIT Press, 2003.
HAKE, R. R., «Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses», *American Journal of Physics*, 66 (1998): 64–74.
HALLOUN, I. A y D. HESTENES, «The initial knowledge state of college physics students», *American Journal of Physics*, 53, 11 (1985): 1043–1055.
HOUDÉ, O., «Consciousness and unconsciousness of logical reasoning errors in the human brain», *Behavioral and Brain Sciences*, 25, 3 (2002): 341–341.
HOUDÉ, O. y N. TZOURIO-MAZOYER, «Neural foundations of logical and mathematical cognition», *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 6 (2003): 507–513.
IMMORDINO-YANG, M. H., *et al*., «Rest is not idleness: Implications of the brain's default mode for human development and education», *Perspectives on Psychological Science*, 7, 4 (2012): 352–364.
JAMES, W., *Principles of Psychology*, Nueva York: Holt, 1890.
——, *Talks to Teachers on Psychology: And to Students on Some of Life's Ideals*, Rockville, MD: ARC Manor, 2008 [1899].
JI, D. y M. A. WILSON, «Coordinated memory replay in the visual cortex and hippocampus during sleep», *Nature Neuroscience*, 10, 1 (2006): 100–107.
JIN, X., «Basal ganglia subcircuits distinctively encode the parsing and concatenation of action sequences», *Nature Neuroscience*, 17 (2014): 423–430.
JOHANSSON, F., *The Click Moment*, Nueva York: Penguin, 2012.

JOHNSON, S., *Where Good Ideas Come From*, Nueva York: Riverhead, 2010.

KALBFLEISCH, M. L., «Functional neural anatomy of talent», *The Anatomical Record Part B: The New Anatomist*, 277, 1 (2004): 21–36.

KAMKWAMBA, W. y B. MEALER, *The Boy Who Harnessed the Wind*, Nueva York: Morrow, 2009.

KAPUR, M. y K. BIELCZYC, «Designing for productive failure», *Journal of the Learning Sciences*, 21, 1 (2012): 45–83.

KARPICKE, J. D., «Retrieval-based learning: Active retrieval promotes meaningful learning», *Current Directions in Psychological Science*, 21, 3 (2012): 157–163.

KARPICKE, J. D. y J. R. BLUNT, «Response to comment on 'Retrieval practice produces more learning than elaborative studying with concept mapping'», *Science*, 334, 6055 (2011a): 453–453.

——, «Retrieval practice produces more learning than elaborative studying with concept mapping», *Science*, 331, 6018 (2011b): 772775.

KARPICKE, J. D., *et al*., «Metacognitive strategies in student learning: Do students practice retrieval when they study on their own?», *Memory*, 17, 4 (2009): 471–479.

KARPICKE, J. D. y P. J. GRIMALDI, «Retrieval-based learning: A perspective for enhancing meaningful learning», *Educational Psychology Review*, 24, 3 (2012): 401–418.

KARPICKE, J. D. y H. L. ROEDIGER, «The critical importance of retrieval for learning», *Science*, 319, 5865 (2008): 966–968.

KAUFMAN, A. B., *et al*., «The neurobiological foundation of creative cognition», *Cambridge Handbook of Creativity* (2010): 216–232.

KELL, H. J., *et al*., «Creativity and technical innovation: Spatial ability's unique role», *Psychological Science*, 24, 9 (2013): 1831–1836.

KELLER, E. F., *A Feeling for the Organism*, 10*th Aniversary Edition: The Life and Work of Barbara McClintock*, Nueva York: Times Books, 1984.

KERESZTES, A., *et al*., «Testing promotes long-term learning via stabilizing activation patterns in a large network of brain areas», *Cerebral Cortex*, 2013.

KINSBOURNE, M. y M. HISCOCK, «Asymmetries of dual-task performance». En *Cerebral Hemisphere Asymmetry*, obra editada por J. B. Hellige, 255–334. Nueva York: Praeger, 1983.

KLEIN, G., *Sources of Power*, Cambridge, MA: MIT Press, 1999.

KLEIN, H. y G. KLEIN, «Perceptual/cognitive analysis of proficient cardio-pulmonary resuscitation (CPR) performance», *Midwestern Psychological Association Conference*, Detroit, MI, 1981.

KLINGBERG, T., *The Overflowing Brain*, Nueva York: Oxford University Press, 2008.

KORNELL, N., *et al*., «Unsuccessful retrieval attempts enhance subsequent learning», *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35, 4 (2009): 989.

KOUNIOS, J. y M. BEEMAN, «The Aha! moment: The cognitive neuroscience of insight», *Current Directions in Psychological Science*, 18, 4 (2009): 210–216.

KRUGER, J. y D. DUNNING, «Unskilled and unaware of it: How difficulties in one's own incompetence lead to inflated self-assessments», *Journal of Personality and Social Psychology*, 77, 6 (1999): 11211134.

LEONARD, G., *Mastery*, Nueva York: Plume, 1991.

LEUTNER, D., *et al*., «Cognitive load and science text comprehension: Effects of drawing and mentally

imaging text content», *Computers in Human Behavior*, 25 (2009): 284 –289.

LEVIN, J. R., *et al*., «Mnemonic vocabulary instruction: Additional effectiveness evidence», *Contemporary Educational Psychology*, 17, 2 (1992): 156–174.

LONGCAMP, M., *et al*., «Learning through hand- or typewriting influences visual recognition of new graphic shapes: Behavioral and functional imaging evidence», *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20, 5 (2008): 802–815.

LURIA, A. R., *The Mind of a Mnemonist*, Obra traducida por L. Solotaroff, Nueva York: Basic Books, 1968.

LUTZ, A., *et al*., «Attention regulation and monitoring in meditation», *Trends in Cognitive, Sciences*, 12, 4 (2008): 163.

LÜTZEN, J., *Mechanistic Images in Geometric Form*, Nueva York: Oxford University Press, 2005.

LYONS, I. M. y S. L. BEILOCK, «When math hurts: Math anxiety predicts pain network activation in anticipation of doing math», *PLOS ONE*, 7, 10 (2012): e48076.

MAGUIRE, E. A., *et al*., «Routes to remembering: The brains behind superior memory», *Nature Neuroscience*, 6, 1 (2003): 90–95.

MANGAN, B. B., «Taking phenomenology seriously: The 'fringe' and its implications for cognitive research», *Consciousness and Cognition*, 2, 2 (1993): 89–108.

MASTASCUSA, E. J., *et al*., *Effective Instruction for STEM Disciplines*, San Francisco: Jossey-Bass, 2011.

MCCLAIN, D. L., «Harnessing the brain's right hemisphere to capture many kings», *New York Times*, January 24 (2011). http://www. nytimes.com/2011/01/25/science/ 25chess.html?_r=0

MCCORD, J., «A thirty-year follow-up of treatment effects», *American Psychologist*, 33, 3 (1978): 284.

MCDANIEL, M. A. y A. A. CALLENDER, «Cognition, memory, and education». En *Cognitive Psychology of Memory, Vol.* 2 *of Learning and Memory*, obra editada por H. L. Roediger, 819–843, Oxford, UK: Elsevier, 2008.

MCGILCHRIST, I., *The Master and His Emissary*, New Haven, CT: Yale University Press, 2010.

MIHOV, K. M., *et al*., «Hemispheric specialization and creative thinking: A meta-analytic review of lateralization of creativity», *Brain and Cognition*, 72, 3 (2010): 442–448.

MITRA, S., *et al*., «Acquisition of computing literacy on shared public computers: Children and the 'hole in the wall'», *Australasian Journal of Educational Technology*, 21, 3 (2005): 407.

MORRIS, P. E., *et al*., «Strategies for learning proper names: Expanding retrieval practice, meaning and imagery», *Applied Cognitive Psychology*, 19, 6 (2005): 779–798.

MOUSSA, M. N., *et al*., «Consistency of network modules in restingstate fMRI connectome data», *PLOS ONE*, 7, 8 (2012): e49428.

MRAZEK, M., *et al*., «Mindfulness training improves working memory capacity and GRE performance while reducing mind wandering», *Psychological Science*, 24, 5 (2013): 776–781.

NAGAMATSU, L. S., *et al*., «Physical activity improves verbal and spatial memory in adults with probable mild cognitive impairment: A 6-month randomized controlled trial», *Journal of Aging Research*, (2013): 861893.

NAKANO, T., *et al*., «Blink-related momentary activation of the default mode network while viewing videos», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 2 (2012): 702–706.

NEWPORT, C., *How to Become a Straight-A Student*, Nueva York: Random House, 2006.

——, *So Good They Can't Ignore You*, Nueva York: Business Plus, 2012.

NIEBAUER, C. L., y K. GARVEY, «Gödel, Escher, and degree of handedness: Differences in interhemispheric interaction predict differences in understanding self-reference», *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 9, 1 (2004): 19–34.

NIELSEN, J. A., *et al.*, «An evaluation of the left-brain vs. right-brain hypothesis with resting state functional connectivity magnetic resonance imaging», *PLOS ONE*, 8, 8 (2013).

NOESNER, G., *Stalling for Time*, Nueva York: Random House, 2010.

NOICE, H. y T. NOICE, «What studies of actors and acting can tell us about memory and cognitive functioning», *Current Directions in Psychological Science*, 15, 1 (2006): 14 –18.

NYHUS, E. y T. CURRAN, «Functional role of gamma and theta oscillations in episodic memory», *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 34, 7 (2010): 1023–1035.

OAKLEY, B. A., «Concepts and implications of altruism bias and pathological altruism», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, Supplement 2 (2013): 10408–10415.

OAKLEY, B., *et al.*, «Turning student groups into effective teams», *Journal of Student Centered Learning*, 2, 1 (2003): 9–34.

OATEN, M. y K. CHENG, «Improved self-control: The benefits of a regular program of academic study», *Basic and Applied Social Psychology*, 28, 1 (2006): 1–16.

OATEN, M., y K. CHENG, «Improvements in self-control from financial monitoring», *Journal of Economic Psychology*, 28, 4 (2007): 487501.

OETTINGEN, G., *et al.*, «Turning fantasies about positive and negative futures into self-improvement goals», *Motivation and Emotion*, 29, 4 (2005): 236–266.

OETTINGEN, G. y J. THORPE, «Fantasy realization and the bridging of time». En *Judgments over Time: The Interplay of Thoughts, Feelings, and Behaviors*, obra editada por Sanna, L. A. y E. C. Chang, 120–142, Nueva York: Oxford University Press, 2006.

OUDIETTE, D., *et al.*, «Evidence for the re-enactment of a recently learned behavior during sleepwalking», *PLOS ONE*, 6, 3 (2011): e18056.

PACHMAN, M., *et al.*, «Levels of knowledge and deliberate practice», *Journal of Experimental Psychology*, 19, 2 (2013): 108–119.

PARTNOY, F., *Wait*, Nueva York: Public Affairs, 2012.

PASHLER, H., *et al.*, «When does feedback facilitate learning of words?», *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31, 1 (2005): 3–8.

PAUL, A. M., «The machines are taking over», *New York Times*, September 14 (2012). http://www.nytimes.com/2012/09/16/magazine/ how-computerized-tutors-are-learning-to-teach-humans.html?pagewanted=all

——, «You'll never learn! Students can't resist multitasking, and it's impairing their memory», *Slate*, May 3 (2013). http://www.slate.com/ articles/health_and _science/science/2013/05/multitasking_while_studying_divided_attention _and_technological_gadgets.3.html

PENNEBAKER, J. W., *et al.*, «Daily online testing in large classes: Boosting college performance while reducing achievement gaps», *PLOS ONE*, 8, 11 (2013): e79774.

PERT, C. B., *Molecules of Emotion*, Nueva York: Scribner, 1997.

PESENTI, M., *et al*., «Mental calculation in a prodigy is sustained by right prefrontal and medial temporal areas», *Nature Neuroscience*, 4, 1 (2001): 103–108.

PINTRICH, P. R., *et al*., «Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change», *Review of Educational Research*, 63, 2 (1993): 167–199.

PLATH, S., *The Bell Jar*, Nueva York: Harper Perennial, 1971. [Hay trad. cast.: *La campana de cristal*, Barcelona, Edhasa, 2008.]

PRENTIS, J. J., «Equation poems», *American Journal of Physics*, 64, 5 (1996): 532–538.

PYC, M. A. y K. A. RAWSON, «Why testing improves memory: Mediator effectiveness hypothesis», *Science*, 330, 6002 (2010): 335–335.

RAICHLE, M. E. y A. Z. SNYDER, «A default mode of brain function: A brief history of an evolving idea», *NeuroImage*, 37, 4 (2007): 1083–1090.

RAMACHANDRAN, V. S. y S. BLAKESLEE, con prólogo de O. Sacks, *Phantoms in the Brain*, Nueva York: Harper Perennial, 1999. [Hay trad. cast.: *Fantasmas en el cerebro*, Barcelona, Debate, 1999.]

RAMÓN Y CAJAL, S., *Reglas y consejos sobre investigación científica. Los tónicos de la voluntad*, Colección Austral n.o 232, Espasa Calpe, 2011 [1897].

——, *Recuerdos de Mi Vida* (tomo I: *«Mi infancia y juventud»;* tomo II: *«Historia de mi labor científica»*). El primer tomo ha sido editado por Espasa Calpe, Colección Austral, n.o 90. El segundo tomo ha sido editado por Alianza Editorial, 1995.

RAWSON, K. A. y J. DUNLOSKY, «Optimizing schedules of retrieval practice for durable and efficient learning: How much is enough?», *Journal of Experimental Psychology: General*, 140, 3 (2011): 283302.

RIVARD, L. P. y S. B. STRAW, «The effect of talk and writing on learning science: An exploratory study», *Science Education*, 84, 5 (2000): 566–593.

ROCKE, A. J., *Image and Reality*, Chicago: University of Chicago Press, 2010.

ROEDIGER, H. L. y A. C. BUTLER, «The critical role of retrieval practice in long-term retention», *Trends in Cognitive Sciences*, 15, 1 (2011): 20–27.

ROEDIGER, H. L. y J. D. KARPICKE, «The power of testing memory: Basic research and implications for educational practice», *Perspectives on Psychological Science*, 1, 3 (2006): 181–210.

ROEDIGER, H. L. y M. A. PYC, «Inexpensive techniques to improve education: Applying cognitive psychology to enhance educational practice», *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 1, 4 (2012): 242–248.

ROHRER, D., DEDRICK, R. F. y BURGESS, K., «The benefit of interleaved mathematics practice is not limited to superficially similar kinds of problems», *Psychonomic Bulletin & Review*.

ROHRER, D. y H. PASHLER, «Increasing retention without increasing study time», *Current Directions in Psychological Science*, 16, 4 (2007): 183–186.

——, «Recent research on human learning challenges conventional instructional strategies», *Educational Researcher*, 39, 5 (2010): 406412.

ROOT-BERNSTEIN, R. S. y M. M. ROOT-BERNSTEIN, *Sparks of Genius*, Nueva York: Houghton Mifflin, 1999.

ROSS, J. y K. A. LAWRENCE, «Some observations on memory artifice», *Psychonomic Science*, 13, 2 (1968): 107–108.

SCHOENFELD, A. H., «Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics», En *Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning*, obra editada por D. Grouws, 334–370, Nueva York: Macmillan, 1992.

SCHUTZ, L. E., «Broad-perspective perceptual disorder of the right hemisphere», *Neuropsychology Review*, 15, 1 (2005): 11–27.

SCULLIN, M. K. y M. A. MCDANIEL, «Remembering to execute a goal: Sleep on it!», *Psychological Science*, 21, 7 (2010): 1028–1035.

SHANNON, B. J., *et al*., «Premotor functional connectivity predicts impulsivity in juvenile offenders», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 27 (2011): 11241–11245.

SHAW, C. A. y J. C. MCEACHERN, eds., *Toward a Theory of Neuroplasticity*, Nueva York: Psychology Press, 2001.

SILVERMAN, L., *Giftedness* 101, Nueva York: Springer, 2012.

SIMON, H. A., «How big is a chunk?», *Science*, 183, 4124 (1974): 482488.

SIMONTON, D. K., *Creativity in Science*, Nueva York: Cambridge University Press, 2004.

—, *Scientific Genius*, Nueva York: Cambridge University Press, 2009.

SKLAR, A. Y., *et al*., «Reading and doing arithmetic nonconsciously», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, 48 (2012): 19614–19619.

SMOKER, T. J., *et al*., «Comparing memory for handwriting versus typing». En *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 53 (2009): 1744–1747.

SOLOMON, I., «Analogical transfer and 'functional fixedness' in the science classroom», *Journal of Educational Research*, 87, 6 (1994): 371–377.

SPEAR, L. P., «Adolescent neurodevelopment», *Journal of Adolescent Health*, 52, 2 (2013): S7–S13.

STEEL, P., «The nature of procrastination: A meta-analytic and theoretical review of quintessential self-regulatory failure», *Psychological Bulletin*, 133, 1 (2007): 65–94.

—, *The Procrastination Equation*, Nueva York: Random House, 2010.

STICKGOLD, R, y J. M. ELLENBOGEN, «Quiet! Sleeping brain at work», *Scientific American Mind*, 19, 4 (2008): 22–29.

SWELLER, J., *et al*., Cognitive Load Theory, Nueva York: Springer, 2011.

TAKEUCHI, H., *et al*., «The association between resting functional connectivity and creativity», *Cerebral Cortex*, 22, 12 (2012): 29212929.

—, «Failing to deactivate: The association between brain activity during a working memory task and creativity», *NeuroImage*, 55, 2 (2011): 681–687.

TAYLOR, K. y D. ROHRER, «The effects of interleaved practice», *Applied Cognitive Psychology*, 24, 6 (2010): 837–848.

THOMAS, C. y C. I. BAKER, «Teaching an adult brain new tricks: A critical review of evidence for training-dependent structural plasticity in humans», *NeuroImage*, 73 (2013): 225–236.

THOMPSON-SCHILL, S. L., *et al*., «Cognition without control: When a little frontal lobe goes a long way», *Current Directions in Psychological Science*, 18, 5 (2009): 259–263.

TICE, D. M. y R. F. BAUMEISTER, «Longitudinal study of procrastination, performance, stress, and health: The costs and benefits of dawdling», *Psychological Science*, 8, 6 (1997): 454–458.

THURSTON, W. P. (1990), «Mathematical education», *Notices of the American Mathematical Society*, 37 (7), 844–850.

VAN PRAAG, H., *et al.*, «Running increases cell proliferation and neurogenesis in the adult mouse dentate gyrus», *Nature Neuroscience* 2, 3 (1999): 266–270.

VELAY, J.-L. y M. LONGCAMP, «Handwriting versus typewriting: Behavioural and cerebral consequences in letter recognition». En *Learning to Write Effectively*, obra editada por M. Torrance *et al.*, Bradford, UK: Emerald Group, 2012: 371–373.

WAMSLEY, E. J., *et al.*, «Dreaming of a learning task is associated with enhanced sleep-dependent memory consolidation», *Current Biology*, 20, 9 (2010): 850–855.

WAN, X., *et al.*, «The neural basis of intuitive best next-move generation in board game experts», *Science*, 331, 6015 (2011): 341–346.

WEICK, K. E., «Small wins: Redefining the scale of social problems», *American Psychologist*, 39, 1 (1984): 40–49.

WHITE, H. A. y P. SHAH, «Creative style and achievement in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder», *Personality and Individual Differences*, 50, 5 (2011): 673–677.

——, «Uninhibited imaginations: Creativity in adults with attentiondeficit/hyperactivity disorder», *Personality and Individual Differences*, 40, 6 (2006): 1121– 1131.

WILSON, T., *Redirect*, Nueva York: Little, Brown, 2011.

WISSMAN, K. T., *et al.*, «How and when do students use flashcards?», *Memory*, 20, 6 (2012): 568–579.

XIE, L., *et al.*, «Sleep drives metabolite clearance from the adult brain», *Science*, 342, 6156 (2013): 373–377.

NOTAS

CAPÍTULO 1: ABRE LA PUERTA

1. Me gustaría llamar la atención de los educadores respecto al libro *Redirect*, del profesor de psicología Timothy Wilson, que explica la importancia fundamental de los relatos sobre fracasos que se convierten en éxitos. Ayudar a los estudiantes a cambiar sus narrativas interiores es uno de los objetivos importantes de este libro. Una autora que destaca en la descripción de la importancia del cambio y el desarrollo de la disposición mental es Carol Dweck.

2. Sklar *et al*., 2012; Root-Bernstein y Root-Bernstein, 1999, capítulo 1.

CAPÍTULO 2: ESCOGE EL CAMINO FÁCIL. POR QUÉ ESFORZARSE DEMASIADO PUEDE PASAR A SER PARTE DEL PROBLEMA

1. Discusiones acerca de la red del modo por defecto: AndrewsHanna, 2012; Raichle y Snyder, 2007; Takuchi *et al*., 2011. Discusión más general de los estados de reposo: Moussa *et al*., 2012. En una línea de investigación muy diferente, Bruce Mangan ha indicado que la descripción que William James hizo de la consciencia marginal incluye lo siguiente: «Hay una "alternancia" de la consciencia, de modo que la consciencia marginal, con brevedad pero frecuentemente, pasa a primer término y es dominante respecto al núcleo de la consciencia» (Cook, 2002, pág. 237; Mangan, 1993).

2. Immordino-Yang *et al*., 2012.

3. Edward de Bono es el gran maestro de los estudios de la creatividad, y su terminología *vertical* y *lateral* se corresponde aproximadamente con mi uso de los términos *concentrado* y *difuso* (De Bono, 1970).

Los lectores avispados se habrán fijado en mi comentario de que el modo difuso a veces parece trabajar en segundo plano, mientras el modo concentrado está activo. Sin embargo, las investigaciones han descubierto que la red del modo por defecto, por ejemplo (la cual es solo una de las muchas redes de estado de reposo), parece quedar en silencio cuando el modo concentrado está activo. Entonces ¿qué pasa? Mi sensación como educadora y también como estudiante es que algunas actividades no concentradas pueden continuar en segundo plano cuando se realiza trabajo concentrado, suponiendo que el foco de atención se aparte del área de interés. En cierto sentido, pues, el término «modo difuso» tal como se usa en este libro se podría interpretar como «actividades de modo no concentrado orientadas al aprendizaje» más que, simplemente, como un estado de la «red de modo por defecto».

4. También hay algunos estrechos enlaces con nodos más distantes del cerebro, como vamos a explorar más adelante con la analogía del pulpo atencional.

5. El modo difuso también puede involucrar áreas prefrontales, pero probablemente tiene más conexiones en conjunto y menos descarte de conexiones aparentemente irrelevantes.

6. El psicólogo Norman Cook ha propuesto que «los primeros elementos de un dogma central para la psicología humana pueden expresarse como 1) el flujo de información entre los hemisferios derecho e izquierdo, y 2) entre el [hemisferio izquierdo] “dominante” y los mecanismos efectores periféricos usados para la comunicación verbal» (Cook, 1989, pág. 15). Pero también debería subrayarse que las diferencias hemisféricas han sido utilizadas para promulgar incontables exageraciones espurias y conclusiones vanas (Efron, 1990).

7. Según la evaluación de ámbito nacional acerca de la dedicación de los estudiantes estadounidenses en 2012, quienes se dedican a ingeniería consumen la mayor parte del tiempo estudiando: los estudiantes de los últimos cursos invierten una media de dieciocho horas a la semana en prepararse las clases en el caso de Ingeniería; quince horas a la semana en el caso de Pedagogía; y catorce en el caso de Ciencias Sociales y Empresariales. En un artículo del *New York Times* titulado «Por qué los estudiantes de ciencias cambian de opinión (simplemente porque les resultan muy difíciles)», el profesor emérito de ingeniería David E. Goldberg ha subrayado que las duras exigencias del cálculo, la física y la química pueden inaugurar la «marcha de la muerte de *mates* y ciencias» y el abandono por parte de los estudiantes (Drew, 2011).

8. Para una discusión de las consideraciones evolutivas en el pensamiento matemático, véase Geary, 2005, capítulo 6.

Por supuesto, hay muchos términos abstractos que no están relacionados con las matemáticas. Entre las de este tipo, una cantidad sorprendente de ideas abstractas tienen más conexión con las emociones. Hay cosas que no somos capaces de *ver*, pero sí podemos *sentirlas*, o como mínimo en sus aspectos importantes.

Terrence Deacon, autor de *The Symbolic Species*, subraya la complejidad inherente del problema de la codificación en las matemáticas:

«Piense en cuando se estaba enfrentando por primera vez a un nuevo tipo de concepto matemático, como la sustracción recursiva (la división). La mayoría de las veces, la enseñanza de este concepto abstracto consiste simplemente en hacer que los niños aprendan un conjunto de reglas para manipular símbolos que representan números y operaciones, y luego en usarlas una y otra vez con distintos números, esperando que eso les ayude a “ver” el paralelismo con ciertas relaciones entre objetos físicos. A menudo describimos esto como un aprendizaje inicial “memorístico” (en mis términos, aprendizaje indéxico) de las manipulaciones y luego, cuando puedan hacerse casi sin pensar, esperamos que los niños vean cómo se corresponden con un proceso del mundo físico. En algún momento, si todo va bien, los niños “captan” lo común, abstracto y general que se halla “detrás” de todas aquellas operaciones individuales símbolo a símbolo y fórmula a fórmula. De este modo reorganizan lo que ya saben de memoria de acuerdo con una mnemónica de orden más alto acerca de estas posibilidades combinatorias y su correspondencia abstracta con la manipulación de cosas. Este paso de abstracción suele ser bastante difícil para muchos niños. Pero ahora tengamos en cuenta que esa misma transformación a un nivel todavía más alto de abstracción es necesaria para entender el cálculo superior. La diferenciación es, de hecho, una división recursiva, y la integración una multiplicación recursiva, cada una efectuada indefinidamente, es decir, hasta valores infinitesimales (lo cual es posible porque dependen de series convergentes, las cuales a su vez solo se conocen por inferencia, no por inspección directa). Esta capacidad de proyectar lo que una operación implica cuando se efectúa infinitamente es lo que resuelve la paradoja de Zenón, lo cual parece imposible cuando se enuncia mediante palabras. Pero además de esta dificultad, el formalismo leibniziano que usamos ahora colapsa esta recursión

infinita a una sola expresión, *(dy/dx)* o el signo integral, porque uno no puede continuar escribiendo operaciones para siempre. Eso hace que la manipulación de símbolos en el cálculo sea todavía menos gráfica respecto al referente físico correspondiente.

»Luego, la referencia a una operación expresada en el cálculo de hecho está doblemente codificada. Sí, la evolución de nuestras capacidades mentales nos capacita para la manipulación de objetos físicos, de modo que esto resulta difícil, claro está. Pero *las matemáticas son una forma de "codificación"*, no meramente de representación, y la decodificación es un proceso intrínsecamente difícil por los retos combinatorios que plantea. Por eso la codificación se usa en criptografía para que el contenido referencial de las comunicaciones sea difícil de recuperar. Mi argumento es que esto es *intrínseco a lo que son las matemáticas*, independientemente de la evolución de nuestras capacidades. Las matemáticas son difíciles precisamente por la misma razón por la que descifrar un mensaje codificado es difícil.

»Lo que me sorprende es que todos sabemos que las ecuaciones matemáticas son mensajes en código, para los cuales debe conocerse la clave si se quiere descifrar el código y saber qué representa. A pesar de todo, nos preguntamos por qué las matemáticas superiores son difíciles de enseñar, y a menudo echamos las culpas al sistema educativo o a los malos profesores. Pienso que, de modo parecido, está un poco fuera de lugar culpar a la evolución». (Comunicación personal, 11 de julio de 2013.)

9. Bilalić *et al.*, 2008.

10. Geary, 2011. Véase también el documental de referencia *A Private Universe*, disponible en http://www.learner.org/resources/series28.html?pop=yes&pid=9, que propició muchas investigaciones acerca de los malentendidos en la comprensión de la ciencia.

11. Alan Schoenfeld (1992) comenta que en su colección de más de cien «cintas de vídeo de estudiantes de universidad e instituto trabajando en problemas poco familiares, aproximadamente el sesenta por ciento de los intentos de solución son del tipo "leer, tomar una decisión rápida y seguir aquella línea pase lo que pase"». Esto podría caracterizarse como pensamiento concentrado en su peor forma.

12. Goldacre, 2010.

13. Gerardi *et al.*, 2013.

14. Las diferencias entre hemisferios a veces pueden ser importantes, pero digamos una vez más que las afirmaciones al respecto deben tomarse con precaución. Norman Cook lo expresa perfectamente cuando subraya: «En la década de 1970 muchas discusiones se alejaban de la realidad, y las diferencias entre los hemisferios se invocaban para explicar, de golpe y porrazo, todos los enigmas de la psicología humana, incluyendo la mente subconsciente, la creatividad y los fenómenos parapsicológicos, pero las inevitables reacciones en contra también fueron exageradas» (Cook, 2002, pág. 9).

15. Demaree *et al.*, 2005; Gainotti, 2012.

16. McGilchrist, 2010; Mihov *et al.*, 2010.

17. Nielsen *et al.*, 2013

18. Immordino-Yang *et al.*, 2012.

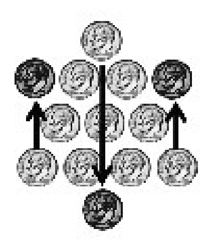
19. Una presentación distinta de este problema la dio De Bono en 1970: esa fue la inspiración para el problema esbozado aquí. El libro clásico de De Bono contiene una gran cantidad de problemas inspiradores y vale la pena leerlo.

20. Aunque hablo de alternancia entre los modos concentrado y difuso, parece existir una sucesión

similar en el procesamiento de información entre los hemisferios cerebrales. Podemos hacernos una idea de cómo la información podría fluir de uno a otro hemisferio si miramos los estudios realizados con aves de corral. Aprender a no picotear un grano amargo involucra un complejo procesamiento de las trazas de memoria entre uno y otro hemisferio durante unas cuantas horas (Güntürkün, 2003).

Anke Bouma comenta: «Una pauta observada de lateralidad no significa que un mismo hemisferio sea superior en todas las fases de procesamiento necesarias para una tarea en particular. Hay indicios de que [el hemisferio derecho] puede ser dominante en una fase de procesamiento, mientras que [el hemisferio izquierdo] puede serlo en otra. La dificultad relativa de una fase de procesamiento particular parece determinar qué hemisferio es superior para una tarea en particular». (Bouma, 1990, pág. 86).

21. No hay más que mover las monedas como se indica: ¿ves como el nuevo triángulo apunta hacia abajo?



CAPÍTULO 3: APRENDER ES CREAR. LECCIONES DESDE LA COCINA DE THOMAS EDISON

1. El modelo de distancia cerebral desarrollado por Marcel Kinsbourne y Merrill Hiscock (1983) plantea la hipótesis de que tareas concurrentes interferirán más entre ellas si los procesos de dichas tareas son más próximos en el cerebro. Dos labores simultáneas en el mismo hemisferio y especialmente en la misma área del cerebro pueden provocar un buen lío (Bouma, 1990, pág. 122). Quizás el modo difuso sea más capaz de gestionar varios trabajos a la vez, por la naturaleza dispersa de los procesos difusos.

2. Rocke, 2010, pág. 316, citando a Gruber, 1981.

3 Ibid., págs. 3-4.

4. Kaufman *et al*., 2010, en particular la hipótesis de la desinhibición en las págs. 222-224; Takeuchi *et al*., 2012.

5. Intentando rastrear el origen de esta leyenda, mantuve correspondencia con Leonard DeGraaf, archivista en el Thomas Edison National Historical Park. DeGraaf comentó: «He oído la historia de Edison y los cojinetes de bolas pero nunca la he visto documentada. Tampoco estoy seguro de su origen. Podría ser una de esas anécdotas que tenía algo de base real pero se convirtió rápidamente en parte de la mitología sobre Edison».

6. Dalí, 1948, pág. 36.

7. Gabora y Ranjan, 2013, pág. 19.

8. Christopher Lee Niebauer y Garvey, 2004. Niebauer se refiere a la distinción entre el pensamiento acerca de *objetos* y el pensamiento acerca de *pensamientos* o metaniveles de pensamiento. El tercer, y paradójico, error de la frase, curiosamente, es que no hay un tercer error.

9. Kapur y Bielczyc, 2012, contiene una excelente reseña sobre la importancia de los fallos en la resolución de problemas.

10. Para una bonita discusión sobre las muchas variaciones de lo que Edison pudo haber dicho o escrito realmente, véase http://quoteinvestigator.com/2012/07/31/edison-lot-results/

11. Andrews-Hanna, 2012; Raichle y Snyder, 2007.

12. Doug Rohrer y Harold Pashler (2010, pág. 406) comentan que: «... análisis recientes de la dinámica temporal del aprendizaje demuestran que este es más duradero cuando el tiempo de estudio se distribuye a lo largo de períodos mucho más largos que los habituales en el ámbito educativo». Cómo se relaciona esto con la alternancia entre las redes de estado concentrado y las de reposo es un tema importante para investigaciones futuras. Véase Immordino-Yang *et al*., 2012. En otras palabras, lo que he descrito es una suposición razonable acerca de lo que ocurre cuando aprendemos, pero debe ser confirmado por nuevas investigaciones.

13. Baumeister y Tierney, 2011.

14. Quiero dejar claro que estas ideas solo son mis «especulaciones informadas» acerca de lo que podría motivar el pensamiento en modo difuso, en base a las circunstancias en las que las personas suelen tener muchos de sus momentos más creativos de «¡Ajá!», de inspiración.

15. Bilalić *et al*., 2008

16. Nakano *et al*., 2012.

17. Kounios y Beeman, 2009, pág. 212.

18. Dijksterhuis *et al*., 2006.

19. La memoria a corto plazo es la información activada que no se refuerza activamente. De entre la información presente en la memoria a corto plazo, la memoria de trabajo es la parte que es el foco de atención y de procesamiento activo (Baddeley *et al*., 2009).

20. Cowan, 2001.

21. Si estás interesado en la geografía neuronal subyacente a todo esto, parece que tanto la memoria a largo plazo como la memoria de trabajo usan regiones superpuestas de los lóbulos frontal y parietal. Pero el lóbulo temporal medio se usa solo para la memoria a largo plazo, no la de trabajo. Véase Guida *et al*., 2012, págs. 225-226; y Dudai, 2004.

22. Baddeley *et al*., 2009, págs. 71-73; Carpenter *et al*., 2012. El repaso espaciado se conoce también como práctica distribuida. Dunlosky *et al*., 2013, sec. 9, proporciona una excelente reseña sobre la práctica distribuida. Desgraciadamente, como se indica en Rohrer y Pashler, 2007, muchos profesores, sobre todo de matemáticas, creen que el sobreaprendizaje es una buena manera de estimular la retentiva a largo plazo, por lo que prescriben muchos problemas con gran parecido entre sí que, en último término, desembocan en mucho trabajo con pocos beneficios a largo plazo.

23. Xie *et al*., 2013.

24. Stickgold y Ellenbogen, 2008.

25. Ji y Wilson, 2006; Oudiette *et al*., 2011.

26. Ellenbogen *et al*., 2007. El modo difuso también podría estar relacionado con la inhibición de baja latencia, es decir, ser algo despistado y fácil de distraer (Carson *et al*., 2003). ¡Los que tenemos tendencia a cambiar una frase a medias podemos tener esperanza respecto a la creatividad!

27. Erlacher y Schredl, 2010.

28. Wamsley *et al*., 2010.

CAPÍTULO 4: CREA BLOQUES Y EVITA LA COMPETENCIA ILUSORIA. CLAVES PARA CONVERTIRTE EN UN «SUSURRADOR DE ECUACIONES»

1. Luria, 1968.

2. Beilock, 2010, págs. 151-154.

3. Los niños aprenden a través de la atención concentrada, pero también usan el modo difuso, con poco control ejecutivo, para aprender incluso cuando no están prestando atención concentrada (Thompson-Schill *et al*., 2009). En otras palabras, parece que los niños no necesitan usar el modo concentrado tanto como los adultos para aprender un nuevo idioma, que podría ser la razón por la cual los chavales aprenden idiomas más fácilmente. Pero por lo menos algo de aprendizaje concentrado parece necesario para la adquisición de un nuevo idioma más allá de la infancia temprana.

4. Guida *et al*., 2012, sec. 8. Recientemente, Xin Jin, Fatuel Tecuapetla, y Rui Costa revelaron que las neuronas del ganglio basal tienen un papel importante para señalizar la concatenación de elementos individuales en una secuencia de comportamiento: la esencia de la creación de bloques (Jin *et al*., 2014). Rui Costa ha recibido una beca de dos millones de euros para estudiar el mecanismo de la creación de bloques: valdrá la pena estar atentos al desarrollo de sus investigaciones.

5. Brent y Felder, 2012; Sweller *et al*., 2011, capítulo 8.

6. Alessandro Guida y sus colegas (2012, pág. 235) comentaron que la creación de bloques parece apoyarse inicialmente en la memoria de trabajo, que está en las áreas prefrontales, y es el resultado de la atención concentrada, que ayuda a unir los bloques. Cuando se desarrollan las habilidades, estos segmentos también empiezan a residir en la memoria a largo plazo relacionada con las regiones parietales. Un aspecto muy diferente de la memoria involucra los ritmos de oscilación neuronales, que ayudan a unir informaciones perceptivas y contextuales de varias áreas del cerebro (Nyhus y Curran, 2010). Véase Cho *et al*., 2012 para un estudio, basado en imágenes, del desarrollo de la fluidez de recuperación en niños que resuelven problemas aritméticos.

7. Baddeley *et al*., 2009, capítulo 6; Cree y McRae, 2003.

8. Baddeley *et al*., 2009, págs. 101-104.

9. La «perspectiva general» a la que me refiero puede considerarse como una plantilla cognitiva. Véase Guida *et al*., 2012, en particular la sección 3.1. Las plantillas surgidas del estudio de las matemáticas y las ciencias tenderían de modo natural a ser más amorfas que las surgidas de las estrictas reglas del ajedrez. Los bloques, subraya Guida, se pueden crear muy rápidamente, pero las plantillas, que involucran una

reorganización funcional, requieren tiempo: por lo menos cinco semanas o más (Guida *et al*., 2012). Véase también la discusión acerca de los esquemas por Cooper y Sweller, 1987; Mastascusa *et al*., 2011, págs. 23-43. Para entender estas ideas relacionadas con la adquisición de experiencia, también resulta útil la discusión en Bransford *et al*., 2000, capítulo 2. Los conocimientos previos pueden ser útiles al aprender algo nuevo y relacionado, pero también pueden representar un lastre, pues puede resultar más difícil cambiar los esquemas. Esto es fácilmente constatable en el caso de creencias fijas pero erróneas de los estudiantes acerca de conceptos físicos básicos, certidumbres con una notoria resistencia al cambio (Hake, 1998; Halloun y Hestenes, 1985). Como comentan Paul Pintrich y sus colegas (1993, pág. 170): «El estudiante afronta una paradoja; por un lado, las concepciones vigentes pueden constituir una inercia que se resiste al cambio conceptual, pero también proporcionan marcos que puede usar para interpretar y entender informaciones nuevas, potencialmente contradictorias».

10. Geary *et al*., 2008, de las páginas 4-6 a las 4-7; Karpicke, 2012; Karpicke *et al*., 2009; Karpicke y Grimaldi, 2012; Kornell *et al*., 2009; Roediger y Karpicke, 2006. Véanse también las recapitulaciones de McDaniel y Callender, 2008; Roediger y Butler, 2011.

11. Karpicke *et al*., 2009, pág. 471. Véase también el efecto Dunning-Kruger, por el cual las personas incompetentes evalúan erróneamente su habilidad por encima de lo que deberían. Dunning *et al*., 2003; Kruger y Dunning, 1999; Ehrlinger *et al*., 2008; Bursonet *et al*., 2006.

12. Baddeley *et al*., 2009, pág. 111.

13. Dunlosky *et al*., 2013, sec. 4.

14. Longcamp *et al*., 2008.

15. Dunlosky *et al*., 2013, sec. 7.

16. Véase en particular Guida *et al*., 2012, que subraya cómo los expertos aprenden a usar su memoria a largo plazo para ampliar la memoria de trabajo. Véase también Geary *et al*., 2008, 4-5, donde se comenta que: «La capacidad de la memoria de trabajo limita el rendimiento matemático, pero la práctica puede superar esta traba mediante la adquisición de automatismos».

17. La solución del anagrama es «Madame Curie». Atribuido a Meyran Kraus, http://www.fun-with-words.com/anag_names.html

18. Jeffrey Karpicke y sus colegas (2009) sugirieron la existencia de una relación entre la competencia ilusoria en el aprendizaje y la dificultad de los anagramas cuando ves la solución en contraste con cuando no la ves.

19. Henry Roediger y Mary Pyc (2012, pág. 243) comentan: «Los profesores de pedagogía y los instructores a menudo se preocupan por la creatividad de los estudiantes, lo cual es digno de elogio. Las técnicas que proponemos demuestran mejoras en el aprendizaje básico y en la retención de conceptos y hechos, y algunas personas han criticado este enfoque por poner el acento en el aprendizaje repetitivo o la memorización pura en lugar de la síntesis creativa. La educación ¿no debería propiciar un sentido de maravilla, descubrimiento y creatividad en los niños? La respuesta a esta pregunta es sí, por supuesto, pero nosotros argumentaríamos que una fuerte base de conocimiento es un prerrequisito para ser creativo en un ámbito en particular. Es improbable que un estudiante haga descubrimientos creativos en cualquier materia si no tiene a su disposición un completo bagaje de hechos y conceptos. No necesariamente hay un conflicto entre aprender conceptos y hechos, y pensar creativamente; hay una simbiosis entre ambos».

20. Geary, 2005, capítulo 6; Johnson, 2010.

21. Johnson, 2010, pág. 123.

22. Simonton, 2004, pág. 112.

23. Esta es mi propia manera de expresar un sentimiento común entre los científicos. Santiago Ramón y Cajal citó a Duclaux al subrayar: «La casualidad no sonríe al que la desea, sino al que la merece». A continuación Ramón y Cajal comentó: «En la ciencia, como en la lotería, la suerte favorece comúnmente al que juega más, es decir, al que, a la manera de protagonista del cuento, remueve continuamente la tierra del jardín» (Ramón y Cajal, 1999, págs. 67-68). Louis Pasteur afirmó: «En los terrenos de la observación la suerte favorece a la mente preparada». Algunas frases en la misma línea son el proverbio originario del latín «La fortuna favorece a los osados» y el lema del British Special Air Service [Servicio Aéreo Especial Británico]: *Who dares win*»[Quien osa, gana].

24. Kounios y Beeman, 2009 [1897]; Ramón y Cajal, 1999, pág. 5.

25. Rocke, 2010.

26. Thurston, 1990, pág. 846-847.

27. Véase el trabajo fundacional de Karl Anders Ericsson sobre el desarrollo de habilidades de experto (e.g., Ericsson, 2009). Para inspirados enfoques divulgativos acerca del desarrollo del talento, véanse Coyle, 2009; Greene, 2012; Leonard, 1991.

28. Karpicke y Blunt, 2011a; Karpicke y Blunt, 2011b. Para más información, véase también Guida *et al*., 2012, pág. 239.

29. Resulta interesante que las regiones prefrontales del hemisferio izquierdo se ven activas durante la fase codificadora de la memorización, y las del hemisferio derecho se activan durante la rememoración. Esto ha sido comunicado por muchos grupos, que han usado una gran variedad de técnicas de obtención de imágenes (Cook, 2002, pág. 37). ¿Es posible que el recuerdo de lo que se ha memorizado cree los inicios de conexiones en modo difuso correspondientes a relaciones entre conceptos? Véase también Geary *et al*., 2008, de 4-6 a 4-7.

30. Esto debe precisarse, claro. Por ejemplo, ¿y si se le pide a un estudiante que rememore el material de estudio para determinar qué debe ponerse en un mapa conceptual? Indudablemente, también hay diferencias entre disciplinas. Algunas materias, como las que involucran procesos de comunicación entre células vivas, se prestan con inherente facilidad al uso de mapas conceptuales para entender las ideas clave.

31. Brown *et al*., 1989.

32. Johnson, 2010, pág. 110.

33. Baddeley *et al*., 2009, capítulo 8.

34. Ken Koedinger, profesor de Psicología y de interacción entre seres humanos y ordenadores en la Universidad Carnegie Mellon, subraya: «Para maximizar la retención del material de estudio, es mejor empezar con exposiciones a intervalos breves, aumentando paulatinamente el tiempo entre sesiones. Tipos de información diferentes, por ejemplo conceptos abstractos en contraste con hechos concretos, requieren calendarios de exposición distintos» (citado en Paul, 2012).

35. Dunlosky *et al*., 2013, sec. 10; Roediger y Pyc, 2012; Taylor and Rohrer, 2010.

36. Rohrer y Pashler, 2007.

37. Parece que las técnicas de práctica masiva para presentar el material de estudio pueden causar una

sensación de competencia ilusoria en la enseñanza. Aparentemente los estudiantes aprenden con rapidez, pero como las investigaciones han demostrado, también olvidan con rapidez. Roediger y Pyc (2012, pág. 244) subrayan: «Estos resultados demuestran por qué los profesores y los estudiantes pueden caer en el uso de estrategias que a largo plazo son ineficientes. Cuando aprendemos estamos tan concentrados en cómo lo hacemos que nos gusta adoptar estrategias que aceleren y faciliten el aprendizaje. La práctica masiva hace esto. Sin embargo, para una mejor retentiva a largo plazo deberíamos usar la práctica espaciada e intercalada, aunque este procedimiento parece más arduo. El intercalado hace que el aprendizaje inicial sea más difícil, pero es más deseable porque la retención a largo plazo es mejor».

38. Rohrer *et al*., 2013.

39. Doug Rohrer y Harold Pashler (2010, pág. 406) observan: «... el intercalado de distintos tipos de problemas para practicar (que es bastante raro en los textos de matemáticas y ciencias) mejora el aprendizaje de modo manifiesto».

40. Comunicación personal, 20 de agosto de 2013. Véase también Carey, 2012.

41. Longcamp *et al*., 2008.

42. Para ejemplos, véase http://usefulshortcuts.com/alt-codes.

CAPÍTULO 5: EVITA EL APLAZAMIENTO. APROVECHA TUS HÁBITOS (ZOMBIS) COMO COLABORADORES

1. Emsley, 2005, pág. 103.

2. Chu y Choi, 2005; Graham, 2005; Partnoy, 2012.

3. Steel (2007, pág. 65) comenta: «Las estimaciones indican que entre un 80 y un 95% de los estudiantes universitarios practican el aplazamiento... Aproximadamente un 75% se consideran a sí mismos aplazadores... Y casi el 50% demoran las cosas de modo regular y problemático. La cantidad total de moratoria es considerable, y los estudiantes informan de que ocupa típicamente más de un tercio de sus actividades diarias, a menudo durmiendo, jugando o mirando la tele... Además, parece que estos porcentajes están aumentando... Aparte de ser endémica en la universidad, la tendencia al aplazamiento también está extendida entre la población general, afectando de manera crónica a un 15%-20% de los adultos».

4. Ainslie y Haslam, 1992; Steel, 2007.

5. Lyons y Beilock, 2012.

6. Emmett, 2000.

7. Véase una extensa discusión en Duhigg, 2012, que a su vez cita a Weick, 1984.

8. Robert Boice (1996, pág. 155) subrayó que la tendencia al aplazamiento parece involucrar un empequeñecimiento de la esfera de la conciencia. Véase también págs. 118-119.

9. Boice, 1996, pág. 176.

10. Tice y Baumeister, 1997.

11. Boice, 1996, pág. 131.

CAPÍTULO 6: ZOMBIS POR TODAS PARTES. PROFUNDIZA EN LA COMPRENSIÓN DEL HÁBITO DE APLAZAMIENTO

1. McClain, 2011; Wan *et al*., 2011.
2. Duhigg, 2012, pág. 274.
3. Steel, 2010, pág. 190, citando Oaten y Cheng, 2006 y Oaten y Cheng, 2007.
4. Baumeister y Tierney, 2011, págs. 43-51.
5. Steel, 2010, citando la obra original de Robert Eisenberg, 1992, y otros.
6. Ibid., pág. 128-130, refiriéndose a su vez a la obra de Gabriele Oettingen.
7. Beilock, 2010, págs. 34-35.
8. Ericsson *et al*., 2007.
9. Boice, 1996, págs. 18-22.
10. Paul, 2013.

CAPÍTULO 7: BLOQUES CONTRA EL BLOQUEO. CÓMO AUMENTAR TUS CONOCIMIENTOS Y REDUCIR LA ANSIEDAD

1. Un aspecto importante es que mucha literatura sobre expertos involucra a individuos que se han entrenado durante años para conseguir su nivel de conocimientos. Pero hay distintos niveles de expertos y de experiencia. Por ejemplo, si sabes los acrónimos FBI e IBM, es más fácil recordar la secuencia como un bloque de dos que como una agrupación arbitraria de seis letras. Pero esta fácil creación de bloques supone que ya eres un experto, no solo por conocer el significado de FBI e IBM, sino también incluso por saberte el abecedario. Piensa en lo difícil que resultaría memorizar una secuencia de símbolos tibetanos como esta: བོད་སྐད།.

Cuando estamos aprendiendo matemáticas y ciencias en clase, partimos de cierto grado de experiencia. Y lo que se espera que interioricemos durante un semestre no es nada en comparación con el inmenso salto de conocimiento experimentado por un aprendiz que se convierte en un gran maestro de ajedrez. Cuando asistes a una clase de alguna materia, no obtendrás una dramática diferencia neuronal en el transcurso de un semestre, similar al dramático contraste entre un aprendiz y un gran maestro. Pero hay indicios de que algunas diferencias neuronales en la manera de procesar el material de estudio pueden manifestarse incluso en un período de pocas semanas (Guida *et al*., 2012). Más específicamente, Guida y sus colegas subrayan que los expertos usan preferentemente las regiones temporales, que son cruciales para la memoria a largo plazo (2012, pág. 239). En otras palabras, si desviáramos a los estudiantes de la construcción de estructuras en la memoria a largo plazo, les estaríamos poniendo difícil la adquisición de experiencia. Por supuesto, concentrarse solo en la memorización sin aplicaciones creativas también es problemático. Una vez más, cualquier método de enseñanza por sí solo puede ser mal utilizado; la variedad (y ya no digamos la competencia) ¡es la sal de la vida!

2. Hemos hablado de intercalar el estudio de distintas técnicas cuando te estás preparando un tema. Pero ¿qué hay de intercalar el estudio de materias completamente distintas? Desgraciadamente, por el momento no hay literatura de investigación disponible al respecto (Roediger y Pyc, 2012, pág. 244), de modo que lo que estoy sugiriendo acerca de alternar el tema de estudio surge simplemente de la práctica y el sentido común. Esta será un área de investigación a seguir en el futuro.

3. Kalbfleisch, 2004.

4. Guida y sus colegas (2012, págs. 236-237) comentan que los bloques de la memoria de trabajo y por lo tanto de la memoria a largo plazo «aumentan de tamaño con la práctica y la experiencia... Los bloques también se vuelven más ricos en asociaciones con conocimientos de la memoria a largo plazo. Además, varios de ellos pueden quedar conectados a los conocimientos. Y con el tiempo, si un individuo se convierte en un experto, la presencia de estas conexiones entre varios bloques puede resultar en la creación de segmentos jerárquicos de alto nivel... Por ejemplo, en el juego de ajedrez, las plantillas pueden conectarse a "... planes, jugadas, conceptos tácticos y estratégicos, así como otras plantillas"... Sugerimos que la reorganización funcional del cerebro puede detectarse en la adquisición de experiencia cuando los bloques de la memoria a largo plazo y las estructuras de conocimiento existen y son efectivas en ese ámbito del saber».

5. Duke *et al*., 2009.

6. Para una buena recapitulación de las circunstancias en las que la práctica deliberada es más efectiva, véase Pachman *et al*., 2013.

7. Roediger y Karpicke, 2006, pág. 109.

8. Wan *et al*., 2011. Este estudio intentaba definir los circuitos neuronales responsables de la generación rápida (en no más de dos segundos) e intuitiva de la mejor jugada en partidas de *shogi*, un juego de estrategia extraordinariamente complejo. La parte del cerebro asociada a los hábitos rápidos, implícitos e inconscientes (el circuito *precuneus-caudate*) parece tener un papel central en la generación rápida de la mejor jugada en el caso de los jugadores profesionales. Véase también McClain, 2011.

9. Charness *et al*., 2005.

10. Karpicke *et al*., 2009; McDaniel y Callender 2008.

11. Fischer y Bidell, 2006; págs. 363-370.

12. Roediger y Karpicke, 2006, citando la obra *Principles of Psychology* de William James.

13. Beilock, 2010, págs. 54-57.

14. Karpicke y Blunt, 2011b; Mastascusa *et al*., 2011, capítulo 6; Pyc y Rawson, 2010; Roediger y Karpicke, 2006; Rohrer y Pashler, 2010. John Dunlosky y sus colegas, en su revisión en profundidad de varias técnicas de aprendizaje (2013), atribuyen una gran utilidad a la autoevaluación por su efectividad, amplia aplicabilidad, y facilidad de uso. Véase también Pennebaker *et al*., 2013.

15. Keresztes *et al*., 2013 aporta indicios de que los exámenes favorecen el aprendizaje a largo plazo mediante la estabilización de pautas de activación en una amplia red de áreas cerebrales.

16. Pashler *et al*., 2005.

17. Dunlosky *et al*., 2013, sec. 8; Karpicke y Roediger, 2008; Roediger y Karpicke, 2006.

CAPÍTULO 8: HERRAMIENTAS, CONSEJOS Y TRUCOS

1. Allen, 2001, págs. 85, 86.
2. Steel, 2010, pág. 182.
3. Beilock, 2010, págs. 162-165; Chiesa y Serretti, 2009; Lutz *et al*., 2008.
4. Los interesados pueden ver una lista de recursos en la página web de la Association for Contemplative Mind in Higher Education (Asociación para la Mente Contemplativa en la Educación Superior), http://www.acmhe.org/
5. Boice, 1996, pág. 59.
6. Ferriss, 2010, pág. 485.
7. Ibid., pág. 487.
8. Fiore, 2007, pág. 44.
9. Scullin y McDaniel, 2010.
10. Newport, 2012; Newport, 2006.
11. Fiore, 2007, pág. 82.
12. Baddeley *et al*., 2009, págs. 378-379.

CAPÍTULO 9: APLAZAMIENTO ZOMBI. RECAPITULACIÓN

1. Johansson, 2012, capítulo 7.
2. Boice, 1996, pág. 120; Fiore, 2007 capítulo 6.
3. Ibid., pág. 125.
4. Amabile *et al*., 2002; Baer y Oldham, 2006; Boice, 1996, pág. 66.
5. Rohrer *et al*., 2015.
6. Chi *et al*., 1981.
7. Noesner, 2010.
8. Newport, 2012, particularmente el capítulo 1 (Regla #1).
9. Nakano *et al*., 2012.
10. Duhigg, 2012, pág. 137.
11. Newport, 2012.
12. Véase Edelman, 2012 para muchas de estas ideas.

CAPÍTULO 10: POTENCIA TU MEMORIA

1. Eleanor Maguire y sus colegas (2003) hicieron un estudio con personas que habían destacado por sus extraordinarias proezas de memoria en acontecimientos como los World Memory Championships

[Campeonatos Mundiales de Memoria]. «Mediante el uso de medidas neuropsicológicas, así como de imágenes estructurales y funcionales del cerebro», descubrieron que «la memoria superior no estaba motivada por una capacidad intelectual excepcional ni por diferencias estructurales en el cerebro. Más bien, descubrieron que los grandes memorizadores usaban una estrategia de aprendizaje espacial, involucrando regiones del cerebro como el hipocampo que son vitales para la memoria y en particular para la memoria espacial».

Tony Buzan ha contribuido mucho a divulgar la importancia de las técnicas de memorización. Su libro *Use your perfect memory* (Buzan, 1991) proporciona más información acerca de algunas técnicas populares.

2. Eleanor Maguire y sus colegas (2003) subrayan que las técnicas de memoria a menudo se consideran demasiado complicadas para utilizarlas. Pero algunas de ellas, como el palacio de memoria, sí pueden resultar muy naturales y útiles para ayudarnos a recordar información importante.

3. Cai *et al*., 2013; Foer, 2011. El trabajo de Denise Cai y sus colegas indica que la especialización de un hemisferio (a menudo, el izquierdo) en los idiomas está acompañada por una especialización similar del otro hemisferio en las capacidades visuales y espaciales. La especialización de un hemisferio en una función, en otras palabras, parece causar la del otro hemisferio en la otra función.

4. Ross y Lawrence, 1968.

5. Badderley *et al*., 2009, págs. 363-365.

6. http://www.ted.com/talks/joshua_foer_feats_of_memory_anyone_can_do.html

7. http://www.skillstoolbox.com/career-and-education-skills/learning-skills/memory-skills/mnemonics/applications-of-mnemonic-systems/how-to-memorize-formulas/

8. Kell *et al*., 2013, donde se proporciona una justificación de la importancia del razonamiento espacial.

CAPÍTULO 11: MÁS CONSEJOS PARA LA MEMORIA

1. Dos fuentes de información relacionadas con las metáforas en la física de finales del siglo xix son Cat, 2001 y Lützen, 2005. Para metáforas en la química y más ampliamente en la ciencia, véase Rocke, 2010, en particular el capítulo 11. Véase también Gentner y Jeziorski, 1993. La captación de imágenes y la visualización sobrepasan los límites de un libro individual: véase, por ejemplo, la publicación *Journal of Mental Imagery*.

2. Como subraya el destacado matemático creador de modelos Emanuel Derman: «Las teorías describen y tratan con el mundo en sus propios términos y deben sostenerse sobre su propio par de pies. Los modelos, en cambio, se sostienen sobre los pies de otro. Son metáforas que comparan el objeto de su atención con alguna otra cosa a la que se parece. El parecido siempre es parcial, por lo que los modelos necesariamente simplifican las cosas y reducen las dimensiones del mundo... En pocas palabras, las teorías te dicen lo que alguna cosa es; los modelos solo te indican a qué se parece» (Derman, 2011, pág. 6).

3. Solomon 1994.

4. Rocke, 2010, pág. xvi.

5. Ibid., pág. 287, citando *Berichte der Durstigen Chemischen Gesellschaft* (1886), pág. 3536. Era una

publicación paródica de la inexistente Sociedad Química «Durstigen» [sedienta]. La parodia se envió a los suscriptores de la *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft* y en la actualidad es virtualmente imposible encontrarla, pues no se trataba realmente de una publicación regular.

6. Rawson y Dunlosky, 2011.

7. Dunlosky *et al*., 2013; Roediger y Pyc, 2012. Acerca del uso de tarjetas recordatorio por parte de los estudiantes, Kathryn Wissman y sus colegas (2012, pág. 568) observaron: «Los estudiantes comprenden los beneficios de practicar según criterios más altos (cantidad de práctica), pero no es habitual que implementen o comprendan los beneficios de la práctica en períodos más largos (calendario de práctica)».

8. Morris *et al*., 2005.

9. Baddeley *et al*., 2009, págs. 207-209.

10. Quizá pienses que en este libro he hablado de todos los componentes de la técnica SQ3R para el estudio (a veces SQ4R por las iniciales de Survey, Question, Read, Recite, Review y Write). Así que tal vez te preguntes por qué no he explorado más este método en el texto. La técnica SQ3R fue desarrollada por el psicólogo Francis Pleasant Robinson como una herramienta general para el estudio. En las matemáticas y las ciencias la resolución de problemas tiene un papel central, y el enfoque SQ3R simplemente no se presta a ello. No soy la única en darse cuenta. Como comentan el profesor de física Ronald Aaron y su hijo Robin Aaron en *Improve Your Physics Grade* [Mejora tu nota de física], «... un libro de psicología sugiere estudiar con el método SQ3R... Para tomar apuntes en clase de un modo efectivo sugiere el enfoque LISAN... ¿Crees que tales enfoques pueden ayudarte? ¿Crees en Papá Noel? ¿En el conejo de Pascua?» (Aaron y Aaron, 1984, pág. 2).

11. Curiosamente, parece que se ha trabajado muy poco en ello: lo poco que hay disponible parece afirmar simplemente que escribir a mano nos ayuda a asimilar la información mejor que escribir con un teclado. Véanse Rivard y Straw, 2000; Smoker *et al*., 2009; Velay y Longcamp, 2012.

12. Cassilhas *et al*., 2012; Nagamatsu *et al*., 2013; van Praag *et al*., 1999.

13. Guida *et al*., 2012, pág. 230; Leutner *et al*., 2009.

14. Levin *et al*., 1992 describe cómo los estudiantes que usan mnemotécnicas superan en rendimiento a los que aplican los estilos de aprendizaje contextual y libre.

15. Guida *et al*., 2012 indica que el entrenamiento en técnicas de memorización puede acelerar el proceso de adquisición de bloques y estructuras de conocimiento, por lo cual contribuye a que las personas se conviertan en expertos más rápidamente al permitirles usar parte de su memoria a largo plazo como memoria de trabajo.

16. Baddeley *et al*., 2009, págs. 376-377, citando una investigación de Helga y Tony Noice (2007).

CAPÍTULO 12: APRENDE A VALORAR TU TALENTO

1. Jin *et al*., 2014.

2. Partnoy, 2012, pág. 73. Partnoy continúa y comenta: «A veces entender qué es precisamente lo que hacemos de manera inconsciente puede destruir la espontaneidad natural. Si somos demasiado conscientes

de nosotros mismos, pondremos un impedimento a nuestros instintos cuando los necesitemos. Sin embargo, si no somos en absoluto conscientes de nosotros mismos, nunca mejoraremos más allá de nuestros instintos. El reto durante un período de segundos es ser conscientes de los factores que intervienen en nuestras decisiones... pero no ser tan conocedores de ellos que resulten torcidos y poco efectivos» (Partnoy, 2012, pág. 111).

3. Partnoy, 2012, pág. 72, citando a Klein 1999.

4. Klein, 1999, pág. 150, citando a Klein y Klein, 1981. Pero ten en cuenta el pequeño tamaño de la muestra en Klein y Klein, 1981.

5. Mauro Pesenti y sus colegas (2001, pág. 103) subrayan: «Hemos demostrado que la habilidad de cálculo no se debía a un incremento en la actividad de los procesos que existen en los no expertos; más bien, el experimentado y los que no lo eran usaban áreas cerebrales distintas para calcular. Hemos hallado que el experto podía alternar entre estrategias de almacenaje a corto plazo, que requieren esfuerzo, y la codificación y recuperación de memoria episódica, altamente eficiente, un proceso basado en las áreas prefrontal derecha y temporal media».

Ya en 1899 el brillante psicólogo William James escribió, en su obra clásica *Talks to Teachers on Psychology*: «Ahora veis por qué los esfuerzos de última hora deben ser una modalidad de estudio tan pobre. Pretenden fijar las cosas mediante una intensa exposición justo antes de la prueba. Pero algo aprendido así solo puede formar unas pocas asociaciones. Por otro lado, la misma cosa repitiéndose en varios días, en diferentes contextos, leída, recitada, referenciada una y otra vez, relacionada con otras cosas y repasada, queda bien entretejida en la estructura mental. Esa es la razón por la que deberíais reforzar los hábitos de aplicación continua en vuestros alumnos» (James, 2008 [1899], pág. 73).

6. En un estudio clásico, William Chase y Herbert Simon (1973) hallaron que la generación intuitiva de jugadas por los expertos en ajedrez está basada en una mejor y más rápida percepción de pautas a la que se ha llegado a través de la práctica. Fernand Gobet y sus colegas (2001, pág. 236) definen un bloque como «una colección de elementos que tienen fuertes asociaciones unos con otros, pero débiles con los elementos de otros bloques».

7. Amidzic *et al*., 2001; Elo, 1978; Simon, 1974. Una cifra de 300.000 bloques fue mencionada por Gobet y Simon, 2000.

8. Gobet, 2005. Gobet continúa y subraya que la habilidad en un área de conocimiento no se transfiere a otra. Esto es cierto: ciertamente, si aprendiste francés, no te va a ser de mucha ayuda cuando pidas *sauerkraut* en Alemania. Pero las metahabilidades son importantes. Si aprendes cómo aprender un idioma, puedes avanzar en otro más fácilmente.

Por eso, una vez más, desarrollar una habilidad en algo como el ajedrez puede resultar valioso: proporciona un conjunto de estructuras neuronales que son similares a las necesarias para aprender matemáticas y ciencias. Incluso si las estructuras neuronales son tan simples como las que se precisan para interiorizar las reglas del juego, este es un conocimiento valioso.

9. Beilock, 2010, págs. 77-78; White y Shah, 2006.

10. Realmente, en la literatura de investigación hay resultados modestamente favorables a este tipo de hallazgo. Véase Simonton, 2009.

11. Carson *et al*., 2003; Ellenbogen *et al*., 2007; White and Shah, 2011.

12. Merim Bilalić y sus colegas (2007) indican que algunos jugadores con un cociente de inteligencia (CI) entre 108 y 116 entraban en el grupo de jugadores de élite en virtud de su práctica extra. El grupo exclusivo tenía un CI medio de 130. Véase también Duckworth y Seligman, 2005.

Al ganador del Premio Nobel Richard Feynman le gustaba presentar su CI relativamente bajo de 125 como prueba de que puedes llegar bastante lejos digan lo que digan los tests sobre tu inteligencia. Está claro que Feynman tenía talento natural, pero incluso siendo muy joven practicaba obsesivamente para desarrollar su conocimiento e intuición en física y matemáticas (Gleick, 1992).

13. Klinberg, 2008.

14. Silverman, 2012.

15. Felder, 1988. Véase también Justin Kruger y David Dunning (1999), quienes subrayan: «La evaluación errónea del incompetente proviene de un error acerca de sí mismo, mientras que la evaluación errónea del competente proviene de un error acerca de los demás».

CAPÍTULO 13: ESCULPE TU CEREBRO

1. DeFelipe, 2002.

2. Ramón y Cajal, 1937, 309.

3. Ramón y Cajal, 1999 [1897], págs. xv-xvi; Ramón y Cajal 1937, pág. 278.

4. Ramón y Cajal, 1937, 154.

5. Fields, 2008; Giedd, 2004; Spear, 2013.

6. Ramón y Cajal, 1999 [1897].

7. Bengtsson *et al*., 2005; Spear, 2013.

8. Está claro que el joven Ramón y Cajal sabía planificar, como atestigua su construcción del cañón, pero no parece que pudiera prever las consecuencias de sus acciones en un contexto más amplio. Por ejemplo, entusiasmado con la emocionante tarea de reventar la verja de un vecino, no pudo hacer la predicción obvia de que tendría muchos problemas como consecuencia del acto. Véase Shannon *et al*., 2011, y su intrigante hallazgo en adolescentes problemáticos de que la conectividad funcional enlaza la corteza premotora dorsolateral con la red por defecto («una constelación de áreas cerebrales asociada con la cognición espontánea, no restringida y autorreferente» pág. 11241). En cambio, cuando dichos adolescentes maduran y su comportamiento mejora, parece que su corteza premotora dorsolateral empieza a conectarse con las redes de atención y control.

9. Bengtsson *et al*., 2005; Spear, 2013; Thomas y Baker, 2013. Tal como subrayan Cibu Thomas y sus colegas (p. 226): «Los indicios obtenidos en estudios con animales sugieren que la organización a gran escala de los axones y las dendritas es muy estable y que en el cerebro adulto la plasticidad estructural relacionada con las experiencias ocurre localmente y es transitoria». En otras palabras, podemos hacer cambios modestos en nuestro cerebro, pero no permitirnos un recableado masivo. Todo ello es de sentido común. Para un magnífico libro divulgativo sobre la plasticidad cerebral, véase Doidge, 2007. El mejor tratado técnico sobre este tema es el de Shaw y McEachern 2001. Es muy oportuno que la propia obra de

Ramón y Cajal se esté revalorizando actualmente como fundamental en nuestra comprensión de la plasticidad del cerebro (DeFelipe, 2006).

10. Ramón y Cajal, 1937, pág. 58.

11. Ibid., págs. 58, 131. Aparentemente, la habilidad para captar las ideas clave —la esencia de los problemas— es más importante que la capacidad para memorizar literalmente. Los recuerdos exactos, en contraste con las ideas esenciales, parece que se codifican de un modo diferente. Véase Geary *et al*., 2008, 4-9.

12. DeFelipe, 2002.

13. Ramón y Cajal, 1937, pág. 59.

14. Root-Bernstein y Root-Bernstein, 1999, págs. 88-89.

15. Bransford *et al*., 2000, capítulo 3; Mastascusa *et al*., 2011, capítulos 9-10.

16. Fauconnier y Turner, 2002.

17. Mastascua *et al*., 2011, pág. 165.

18. Gentner y Jeziorski, 1993.

CAPÍTULO 14: DESARROLLA TU VISIÓN INTERIOR A TRAVÉS DE POEMAS DE ECUACIONES

1. Plath, 1971, pág. 34.

2. Feynman, 2001, pág. 54.

3. Feynman, 1965, 2010.

4. Esta sección se basa en el magnífico artículo de Prentis (1996).

5. Extractos de la canción *Mandelbrot Set* © Jonathan Coulton, con la amable autorización de Jonathan Coulton. Los extractos de la letra de la canción se han obtenido de http://www.jonathancoulton.com/wiki/Mandelbrot_Set/Lyrics

6. Prentis, 1996.

7. Cannon, 1949, pág. xiii; Ramón y Cajal, 1937, pág. 363. En relación con esto, véase también la extraordinaria obra de Javier DeFelipe *Butterflies of the Soul*, que contiene algunas de las bellas ilustraciones producidas en la primera época de la investigación neurocientífica (DeFelipe, 2010).

8. Mastascusa *et al*., 2011, pág. 165.

9. Keller, 1984, pág. 117.

10. Véanse discusiones acerca de la interrogación elaborativa y la autoexplicación en Dunlosky *et al*., 2013.

11. http://www.youtube.com/watch?v=FrNqSLPaZLc

12. http://www.reddit.com/r/explainlikeimfive.

13. Véase la nota 8 del capítulo 12.

14. Mastascusa *et al*., 2011, capítulos 9-10.

15. Foerde *et al*., 2006; Paul 2013.

CAPÍTULO 15: APRENDIZAJE RENACENTISTA

1. Colvin, 2008; Coyle, 2009; Gladwell, 2008.
2. Deslauriers *et al*., 2011; Felder *et al*., 1998; Hake, 1998; Mitra *et al*., 2005; Consejo presidencial de asesores en ciencia y tecnología, 2012.
3. Ramón y Cajal, 1999 [1897].
4. Kamkwamba y Mealer, 2009.
5. Pert, 1997, pág. 33.
6. McCord, 1978. Véase Armstrong 2012 para una extensa discusión acerca de este y otros estudios relacionados. Manu Kapur y Katerine Bielaczyc (2012) indican que si los instructores guían a los alumnos de un modo menos controlador, ello puede dar como resultado, contrariamente a la intuición, una mejora en su rendimiento.
7. Oakley *et al*., 2003.
8. Véanse Armstrong, 2012 y las referencias allí indicadas.
9. Oakley, 2013.

CAPÍTULO 16: EVITA EL EXCESO DE CONFIANZA. EL PODER DEL TRABAJO EN EQUIPO

1. Schutz, 2005. «Fred» es una amalgama hipotética de rasgos típicos del «desorden perceptivo de perspectiva amplia del hemisferio derecho».
2. McGilchrist, 2010 proporciona una descripción muy completa apoyando la idea de que los hemisferios tienen funciones diferentes, pero Efron, 1990, aunque sea una obra un poco antigua, aporta un excelente consejo de precaución acerca de los problemas en la investigación de los hemisferios. Véanse también Nielsen *et al*., 2013; el doctor Jeff Anderson, involucrado en el estudio, observa: «Es absolutamente cierto que algunas funciones cerebrales tienen lugar en uno u otro lado del cerebro. El lenguaje tiende a estar a la izquierda, y la atención más bien a la derecha. Pero las personas no se inclinan por tener una red cerebral más fuerte en el lado izquierdo o en el derecho. Parece estar determinado más bien conexión por conexión» (Oficina de Asuntos de Salud Pública de la Universidad de Utah, 2013).
3. McGilchrist, 2010, págs. 192-194, 203.
4. Houdé y Tzourio-Mazoyer, 2003. Houdé, 2002, pág. 341, comenta: «Nuestros resultados de neuroimágenes demuestran la participación directa, en sujetos neurológicamente intactos, de un área prefrontal ventromedial derecha en la elaboración de la consciencia lógica, es decir, en lo que pone la mente sobre la “pista lógica” donde puede aplicar los instrumentos de deducción... Por lo tanto, la corteza prefrontal ventromedial derecha puede ser el componente emocional del dispositivo cerebral de corrección de errores. Más exactamente, dicha área puede corresponder al dispositivo de autopercepción que detecta las condiciones bajo las cuales resultan probables los errores de razonamiento».
5. Véase la obra de Stephen Christman y sus colegas, 2008, pág. 403, quien comenta que «el hemisferio

izquierdo mantiene nuestras creencias vigentes mientras que el derecho evalúa y actualiza dichas convicciones cuando resulta adecuado. La evaluación de creencias, por lo tanto, depende de la interacción interhemisférica».

6. Ramachandran, 1999, pág. 136.

7. Gazzaniga, 2000; Gazzaniga *et al*., 1996.

8. Feynman, 1985, pág. 341. Pronunciada originalmente en su discurso inaugural de Caltech en 1974.

9. Feynman, 1985, págs. 132-133.

10. Como subrayan Alan Baddeley y sus colegas (2009, págs. 148149): «No nos faltan maneras de defendernos de los retos a nuestra autoestima. Aceptamos fácilmente el elogio pero tendemos a ser escépticos ante la crítica, a menudo atribuyéndola a un prejuicio por parte de quien nos la hace. Tenemos inclinación por asumir el mérito de los éxitos cuando se producen, pero eludimos la responsabilidad de los fracasos. Si tal estratagema falla, somos bastante buenos a la hora de olvidar selectivamente los fracasos y recordar los éxitos y los elogios». (Se han omitido las referencias.)

11. Granovetter, 1983; Granovetter, 1973.

12. Ellis *et al*., 2003.

13. Beilock, 2010, pág. 34.

14. Arum y Roksa, 2010, pág. 120.

CAPÍTULO 17: EXAMINARSE

1. Visita la página web del doctor Felder en http://www4.ncsu.edu/ unity/lockers/users/f/felder/public/ para un enorme surtido de información útil acerca del aprendizaje en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas.

2. Felder, 1999. Utilizado con la autorización del doctor Richard Felder y la publicación *Chemical Engineering Education*.

3. Para alimentar el pensamiento en esta línea, véase McClain, 2011 y el trabajo de los investigadores que McClain cita.

4. Beilock, 2010, págs. 140-141.

5. Mrazek *et al*., 2013.

6. Beilock (2010, pág. 60) observa que «los atletas bajo presión a veces intentan controlar su rendimiento de un modo que resulta disruptivo. Este control, a menudo llamado “parálisis por análisis”, se debe a una corteza prefrontal excesivamente activa».

7. Beilock, 2010; http://www.sianbeilock.com/.

NOTAS DEL TRADUCTOR

[a] El jerbo es un pequeño roedor parecido a un hámster.

[b] Las ferias de ambientación renacentista son muy populares en Estados Unidos.

[c] Las siglas RAM corresponden a *Random Acess Memory* o «memoria de acceso aleatorio». Se trata de la memoria no permanente de acceso rápido. En cambio, el disco duro de un ordenador tiene un acceso más lento pero almacena los datos de modo permanente.

[d] No debe confundirse con «comprensión», aunque lo que se afirma aquí es precisamente que hay una relación entre la «comprensión» y la «compresión conceptual».

[e] *Rate my professors* significa algo así como «Puntuación de mis profesores».

[f] En Estados Unidos, algunas calificaciones se calculan sobre 5,0; de modo que 4,0 equivaldría a un notable alto.

[g] La práctica deliberada, noción desarrollada por el psicólogo Karl Anders Ericsson, es la práctica regular, bien ordenada y estructurada que permite llegar al nivel de experto. Según Ericsson, dicha práctica es más importante que el talento innato.

[h] El klingon es un idioma ficticio, hablado por los individuos de una especie extraterrestre en la saga de ciencia ficción Star Trek (algunos creadores y seguidores de la saga lo han documentado como si fuera un idioma real).



[i] Bannister se desplazó en tren desde Londres hasta Oxford, aunque probablemente cogiera un autobús para llegar a la estación de Paddington.

[j] Como algunas de las asociaciones se basan originalmente en palabras inglesas, el texto ha sido adaptado para la traducción. *(N. del t.)*

[k] Los resultados que devuelve Google van cambiando con el tiempo. Si esta búsqueda no arroja buenos resultados, pruébese con las expresiones en inglés «quadratic formula» y «song». *(N. del t.)*

[1] La metáfora original es *to poke your head out of the rabbit hole* («asomar la cabeza desde la guarida del conejo») con el mismo significado de «echar un vistazo a otro mundo, un mundo de la imaginación». Como ambas metáforas tienen claras resonancias de Lewis Carroll, la sustitución me ha parecido una licencia adecuada. *(N. del t.)*

[m] Un clásico en español es la frase «un día vi un viejo vestido de uniforme», y su loca variante «un día vi una vaca vestida de uniforme», para recordar la fórmula de la integración por partes en el cálculo (udv = uv – vdu). Algún estudiante, muy creativamente, dice «mal vestido de uniforme» para recordar el signo negativo.



n La investigación basada en imágenes del cerebro en funcionamiento, tales como la resonancia magnética funcional o la tomografía por emisión de positrones.

[o] Es decir, la teoría especial de la relatividad y la teoría general de la relatividad. La segunda generaliza la primera y permite describir la gravedad.